

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт ИК  
Направление подготовки Машиностроение  
Кафедра ТАМП

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы			
Разработка технологического процесса изготовления шкива			

УДК \_\_\_\_\_

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л21	Ли Шовень		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Мухолзоев А.В.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Конотопский В.Ю.	кандидат наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Мезенцева И. Л.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Арляпов А.Ю.			

Томск – 2016 г.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	- 2 -
Технологический раздел.....	- 3 -
1.Техническое задание.....	- 3 -
2.Определение типа производства.....	- 4 -
3 .Анализ технологичности конструкции детали.....	- 5 -
4 .Анализ технологии изготовления шкива .....	- 6 -
5 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	- 12 -
5.1 Проверка обеспечения точности осевых конструкторских размеров.....	- 14 -
5.2 Проверка обеспечения точности диаметральных конструкторских размеров .....	- 16 -
6 Анализ припусков и расчет технологических размеров.....	- 20 -
6.1 Анализ припусков на диаметральные размеры .....	- 20 -
6.2 Анализ припусков на осевые размеры .....	- 21 -
7 Выбор средств технологического оснащения .....	- 23 -
Горизонтальный токарно-револьверный станок DMTG-CL15 .....	- 24 -
8 Расчет режимов резания .....	- 26 -
9 Расчет времени .....	- 39 -
Конструкторский раздел.....	- 45 -
1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления. ....	- 45 -
2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.....	- 45 -
3 Описание конструкции и работы приспособления. ....	- 46 -
4 Определение необходимой силы зажима.....	- 47 -
5 Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров. ....	- 47 -
6. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления .....	- 48 -
Раздел финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	- 49 -
Раздел социальной ответственности .....	- 61 -
Список литературы .....	- 70 -

# Введение

Эффективность в производственных процессах, его технические прогрессы, качество продукции во большинстве зависят от опережающего развития производства новых оборудований, машин, станков и техник, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа, которые обеспечивают экономическую эффективность, технологических и конструкторских разработок, и решение технических вопросов .

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса для подтверждения квалификации «бакалавр техники и технологии» по направлению 150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».

Выпускная квалификационная работа включает в себя проектирование технологического процесса изготовления шкива и содержит: размерный анализ технологических процессов; выбор типа заготовки; расчёт технологических размеров и припусков на обработку; расчет режимов резания; размерный анализ технологического процесса; выбор оборудования и инструментов.

# Технологический раздел

## 1.Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления шкива. Годовая программа выпуска: 8000шт.

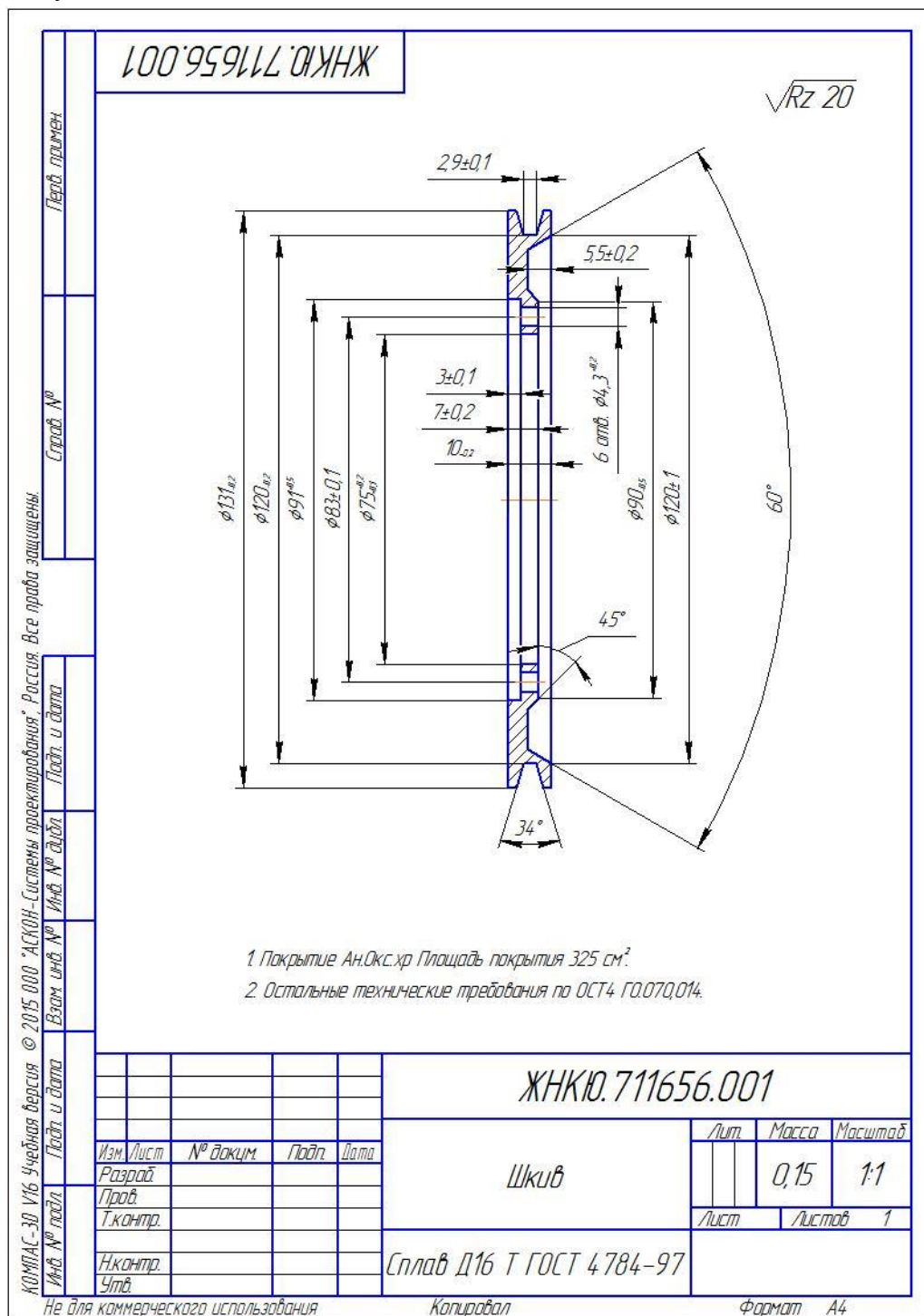


Чертёж детали

## 2.Определение типа производства

Годовая программа изделий  $N = 8000 \text{ шт.}$

Действительный годовой фонд времени работы оборудования определяем из рекомендаций по таблице 4 [4,стр.23]:  $F_{\partial} = 4015 \text{ ч/см}$

Определяем такт выпуска деталей:

$$t_{\partial} = \frac{F_{\partial} \cdot 60}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{8000} = 30,1 \left( \frac{\text{мин}}{\text{шт}} \right),$$

где  $F_{\partial}$  – действительный фонд времени работы оборудования.

Данные по существующему (аналогичному) заводскому технологическому процессу или по укрупненному нормированию операций в табл. 1

Таблица 1. Продолжительность операций существующего заводского технологического процесса

№п\п	Наименование операции	Тшт, мин
1,1	Токарно-револьверная	0,978
1,2	Токарно-револьверная	5,028
1,3	Токарно-револьверная	3,168
2,1	Вертикально-сверлильная	1,083
3,1	Химико-термическая	1,200

Число операций  $n=5$ .

Суммарное штучное время по всем операциям:

$$\sum T_{\text{шт}} = 11,457 \text{ мин.}$$

Среднее штучное время определим по формуле:

$$T_{\text{шт. ср}} = \sum T_{\text{шт}} / n = 11,457 / 5 = 2,2914 \text{ мин}$$

Коэффициент серийности определим по формуле:

$$k_c = t_{\partial} / T_{\text{шт. ср}} = 30,1 / 2,2914 = 13,136$$

Т.к.  $10 \leq k_c \leq 20$ , то тип производства – среднесерийное производство.

### 3 .Анализ технологичности конструкции детали

Шкив – это фрикционное колесо с ободком или небольшой канавкой по окружности. Их назначение – передача движения приводному ремню или канату. Они используются, в основном, в ременных передачах.

Д16т – один из самых востребованных дюралюминиевых сплавов в судостроительной, авиационной и космической промышленности. Главное его преимущество заключается в том, что получаемый из него металлопрокат обладает:

- стабильной структурой;
- высокими прочностными характеристиками;
- в 3 раза более легким весом, чем стальные изделия;
- повышенным сопротивлением микроскопической деформации в процессе эксплуатации;
- хорошей механической обрабатываемостью на токарных и фрезеровочных станках, уступая лишь некоторым другим алюминиевым сплавам.

Химический состав Д16Т

Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	Прочие	
До 0,5	До 0,5	0,3- 0,9	До 0,1	До 0,15	90,9- 94,7	3,8- 4,9	1,2- 1,8	До 0,25	Каждая 0,05	Сумма 0,1

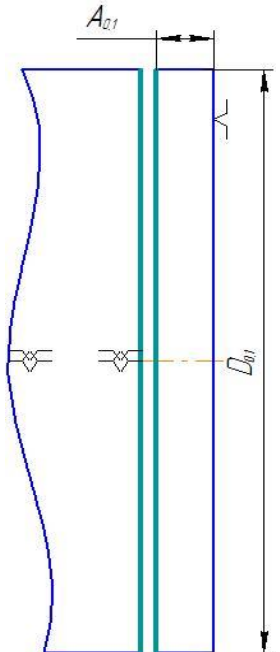
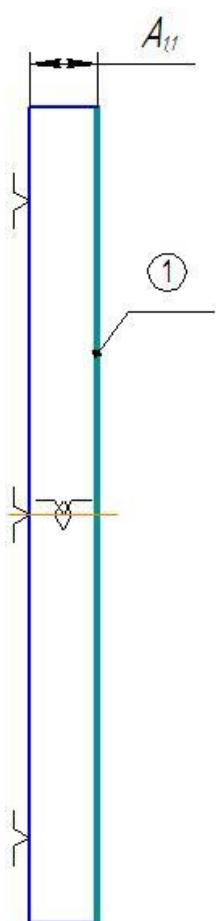
Физико-механические свойства

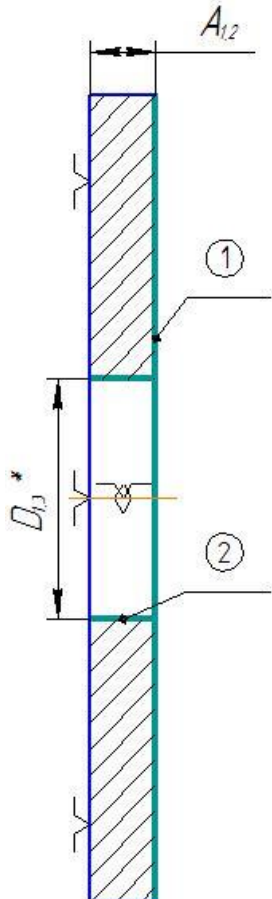
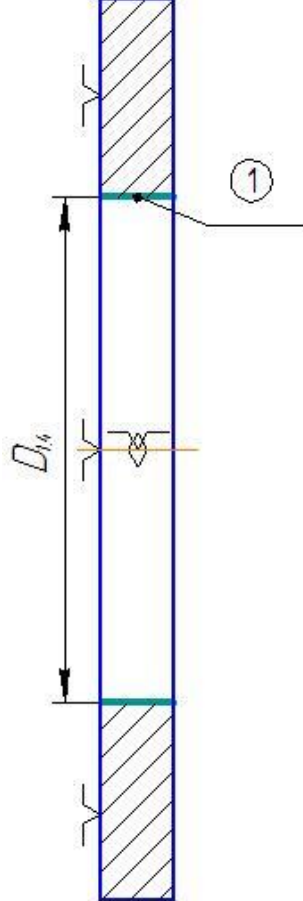
$\sigma_B$ , МПа	НВ	$\delta$ %	$\sigma_{-1}$ , МПа
440	130	20	120

## 4 .Анализ технологии изготовления шкива

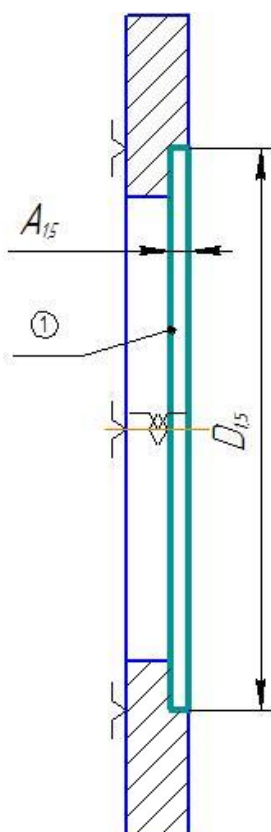
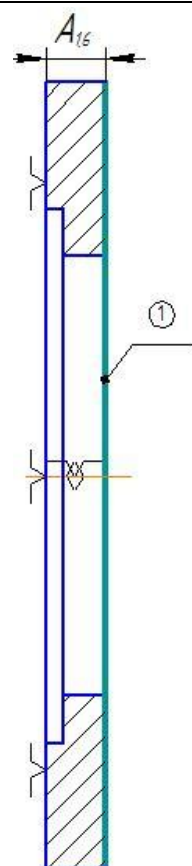
Маршрут технологии изготовления шкива представлен в виде таблицы 1, где также обозначены технологические базы.

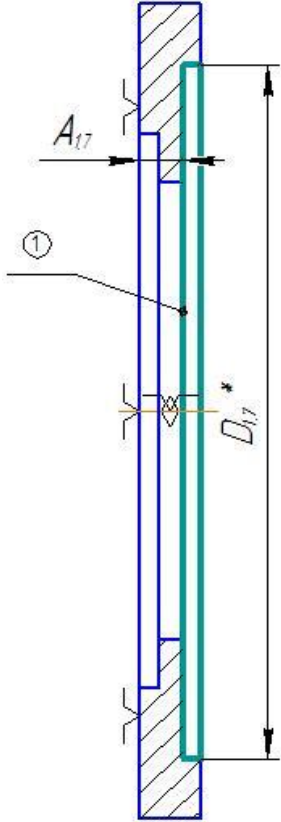
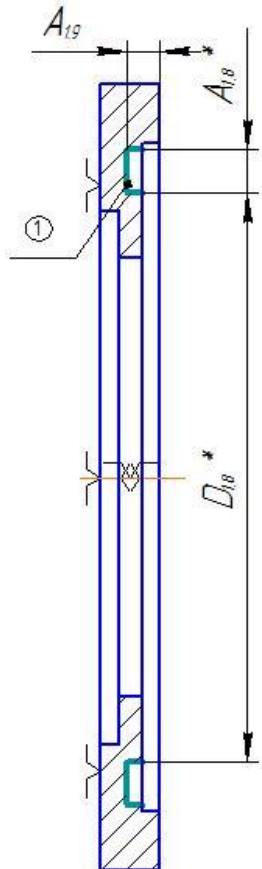
Таблица 1 – Маршрут изготовления детали

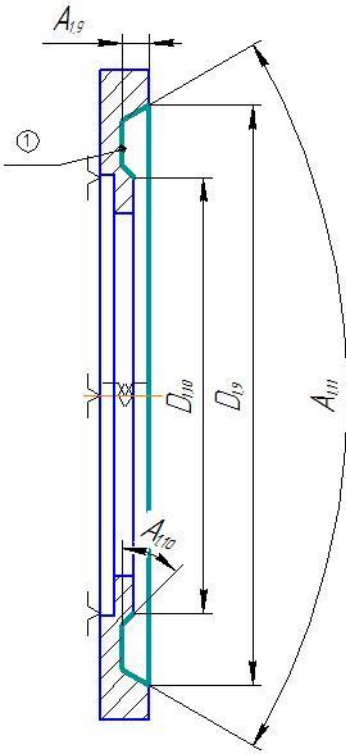
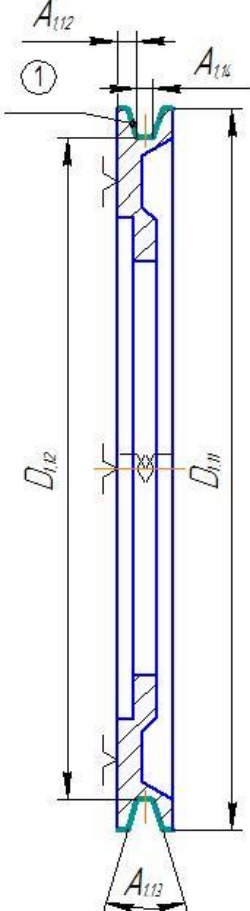
0 Ленточно-пил ьная	1			Отрезать заготовку, выдерживая размер $A_{01}, D_{01}$
1Токарная с ЧПУ	1		Проходной отогнутый резец	Установить и закрепить заготовку  Точить поверхность 1, выдерживая размер $A_{1,1}$

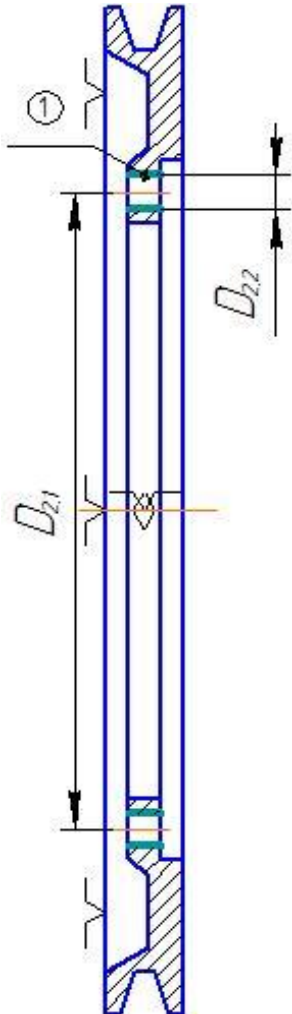
2		<p>Проходной отогнутый резец</p> <p>Спиральное Сверло</p>	<p>Установить и закрепить заготовку</p> <p>Точить поверхность 1, выдерживая размер <math>A_{1,2}</math></p> <p>Просверлить отверстие 2, выдерживая размер <math>D_{1,3}</math></p>
		<p>Расточной отогнутый резец</p>	<p>Расточить отверстие 1, выдерживая размер <math>D_{1,4}</math></p>



			Упорный прямой резец	Расточить канавку 1, выдерживая размеры $A_{1,5}$ , $D_{1,5}$
	3		Проходной отогнутый резец	Установить и закрепить заготовку  Точить поверхность 1, выдерживая размер $A_{1,6}$

			Упорный прямой резец	Расточить торцевую канавку 1, выдерживая размеры $A_{1,7}$ , $D_{1,7}$
			Торцевой канавочный резец	Точить торцевую канавку 1, выдерживая размеры $A_{1,8}$ , $A_{1,9}$ , $D_{1,8}$

			<p>Упорный прямой резец</p>	<p>Точить торцевую канавку 1, выдерживая размеры <math>A_{1,9}</math>, <math>A_{1,10}</math>, <math>D_{1,9}</math>, <math>D_{1,10}</math>, <math>A_{1,11}</math></p>
			<p>Проходной отогнутый резец</p> <p>Канавочный резец</p>	<p>Точить диаметр <math>D_{1,11}</math></p> <p>Точить канавку 1, выдерживая размеры <math>A_{1,12}</math>, <math>A_{1,13}</math>, <math>A_{1,14}</math>, <math>D_{1,12}</math></p>

<p>2 Сверлиль-ная</p>	<p>1</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a drill bit. It has a central cutting edge and a central hole. The outer diameter is labeled <math>D_{2,1}</math> and the inner diameter is labeled <math>D_{2,2}</math>. A feature labeled 1 is indicated at the top of the bit.</p>	<p>Спиральное Сверло</p>	<p>Установить и закрепить заготовку</p> <p>Просверлить отверстие 1, выдерживая размеры <math>D_{2,1}</math>, <math>D_{2,2}</math></p>
<p>3 Химико-терми ческая</p>				<p>Покрывать анодизационно-окси дированное и хроматированное покрытие</p>

## 5 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

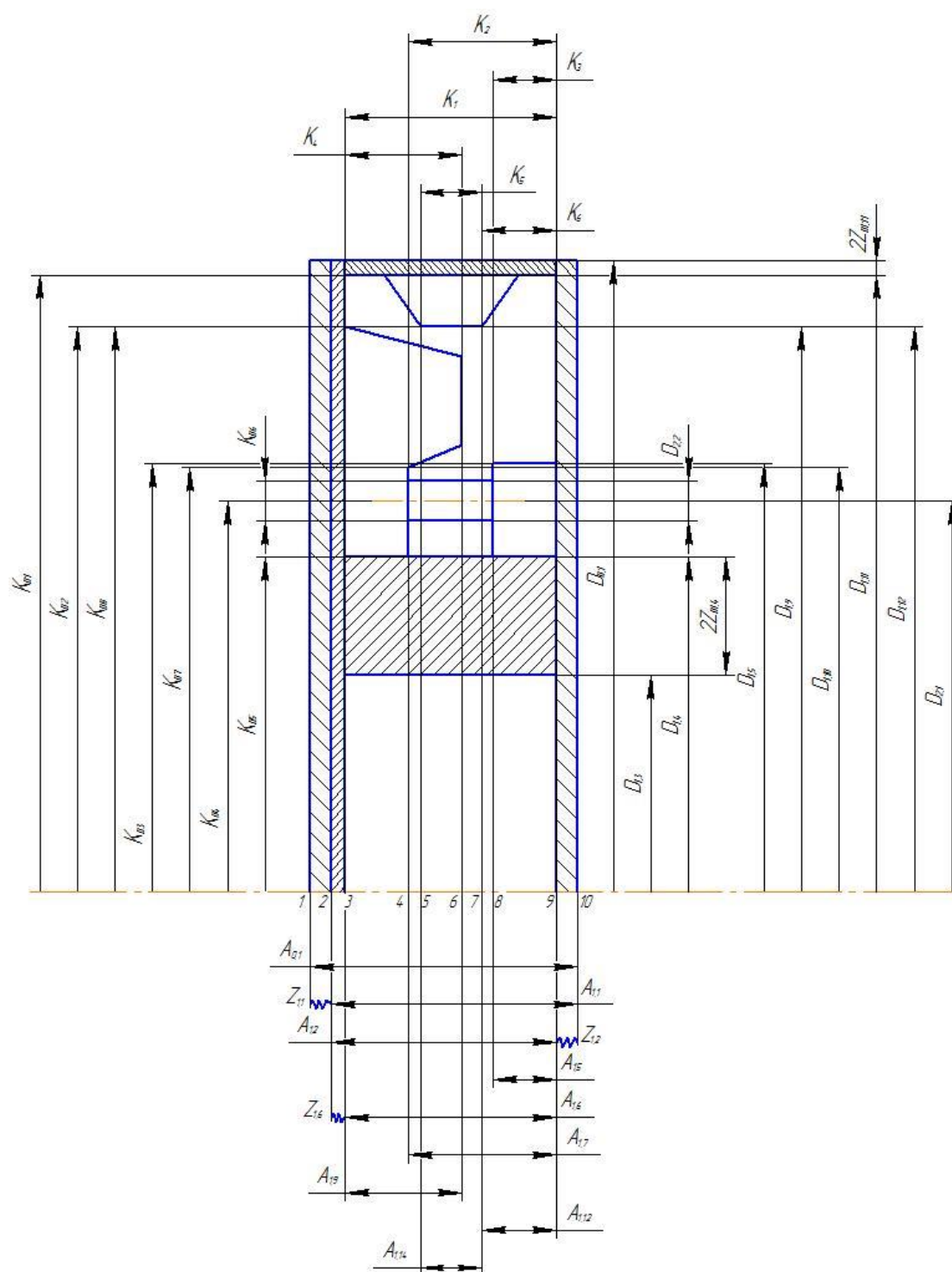
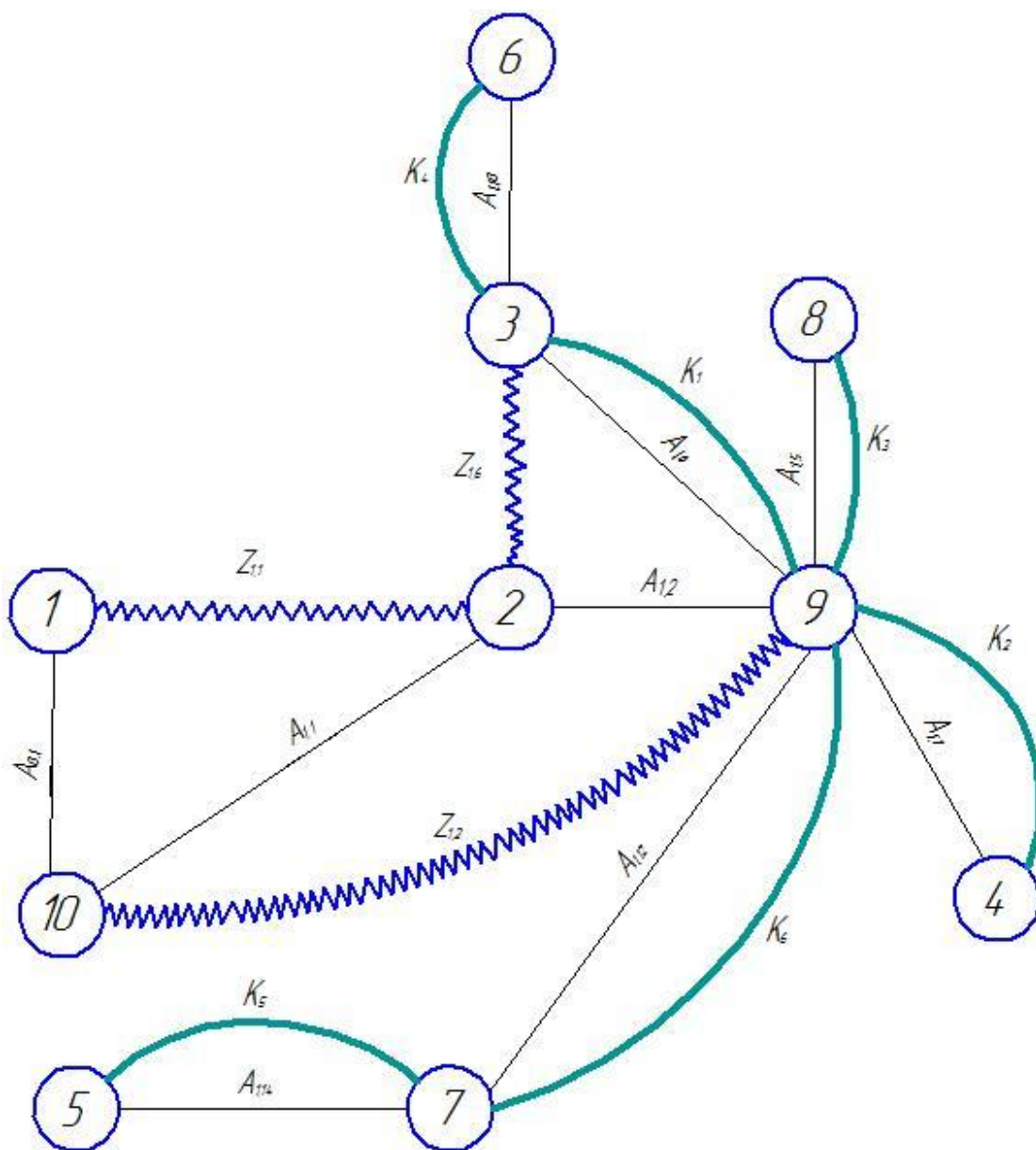


Рис. 3 размерная схема



Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

$$\begin{aligned}
 TK_1 &= 10_{-0,2} = 0,2 \text{ мм}; \\
 TK_2 &= 7 \pm 0,2 = 0,4 \text{ мм}; \\
 TK_3 &= 3 \pm 0,1 = 0,2 \text{ мм}; \\
 TK_4 &= 5,5 \pm 0,2 = 0,4 \text{ мм}; \\
 TK_5 &= 2,9 \pm 0,1 = 0,2 \text{ мм}; \\
 TK_6 &= 3,65_{-0,1} = 0,1 \text{ мм}; \\
 TK_{D1} &= 131_{-0,2} = 0,2 \text{ мм}; \\
 TK_{D2} &= 120_{-0,2} = 2 \text{ мм}; \\
 TK_{D3} &= 91^{+0,5} = 0,5 \text{ мм}; \\
 TK_{D4} &= 83 \pm 0,1 = 0,2 \text{ мм}; \\
 TK_{D5} &= 75^{+0,2}_{+0,1} = 0,1 \text{ мм}; \\
 TK_{D6} &= 4,3^{+0,2} = 0,2 \text{ мм};
 \end{aligned}$$

$$TK_{D7} = 90_{-0,5} = 0,5 \text{ мм};$$

$$TK_{D8} = 120 \pm 1 = 2 \text{ мм};$$

## 5.1 Проверка обеспечения точности осевых конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [2, стр. 60]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i$$

Допуски технологических размеров:

$$TA_{0,1} = \omega_c = 4 \text{ мм}$$

$$TD_{0,1} = 2,8 \text{ мм}$$

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_{\text{ф.п.}} + \varepsilon_3 = 0,03 + 0,2 + 0,6 = 0,83 \text{ мм}$$

$$TA_{1,2} = \omega_c + \rho_{\text{ф.п.}} + \varepsilon_3 = 0,03 + 0,02 + 0,6 = 0,65 \text{ мм}$$

$$TD_{1,3} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TD_{1,4} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TA_{1,5} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TD_{1,5} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TA_{1,6} = \omega_c + \rho_{\text{ф.п.}} + \varepsilon_3 = 0,03 + 0,02 + 0,06 = 0,11 \text{ мм}$$

$$TA_{1,7} = \omega_c + \rho_{\text{ф.п.}} + \varepsilon_3 = 0,03 + 0,02 + 0,06 = 0,11 \text{ мм}$$

$$TD_{1,9} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TA_{1,9} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TD_{1,10} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TD_{1,11} = \omega_c + \rho_{\text{ф.п.}} + \varepsilon_3 = 0,03 + 0,02 + 0,06 = 0,11 \text{ мм}$$

$$TD_{1,12} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

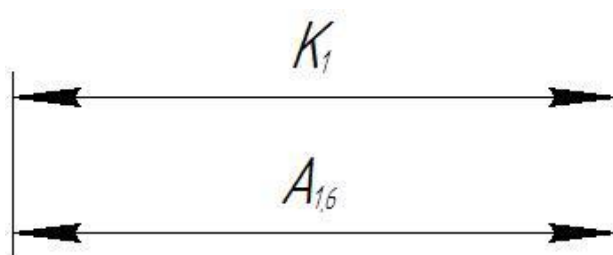
$$TA_{1,12} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TA_{1,14} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TD_{2,1} = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{2,2} = \omega_c = 0,1 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_1$



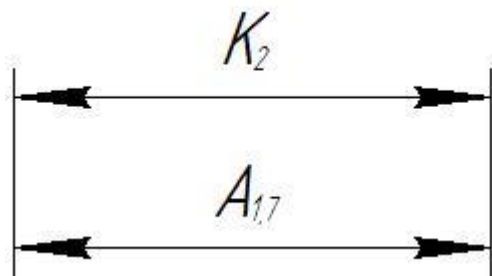
$$TK_1 = 10_{-0,2} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1,6} = \omega_c + \rho_{\text{ф.п.}} + \varepsilon_3 = 0,03 + 0,02 + 0,06 = 0,11 \text{ мм}$$

$$TA_{1,6} < TK_1$$

Размер  $K_1$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_2$



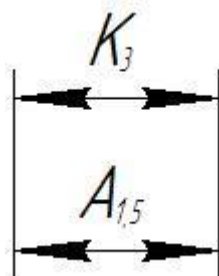
$$TK_2 = 7 \pm 0,2 = 0,4 \text{ мм};$$

$$TA_{1,7} = \omega_c + \rho_{\text{ф.п.}} + \varepsilon_3 = 0,03 + 0,02 + 0,06 = 0,11 \text{ мм}$$

$$TA_{1,7} < TK_2$$

Размер  $K_2$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_3$



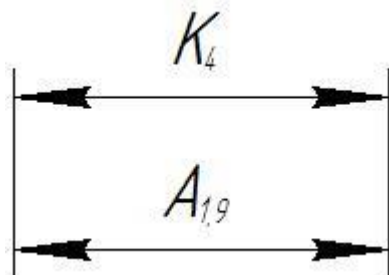
$$TK_3 = 3 \pm 0,1 = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1,5} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TA_{1,5} < TK_3$$

Размер  $K_3$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_4$



$$TK_4 = 5,5 \pm 0,2 = 0,4 \text{ мм};$$

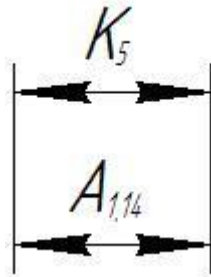
$$TA_{1,9} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$



$$TA_{1,9} < TK_4$$

Размер  $K_4$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_5$



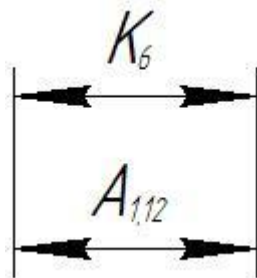
$$TK_5 = 2,9 \pm 0,1 = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1,14} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TA_{1,14} < TK_5$$

Размер  $K_5$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_6$



$$TK_6 = 3,65_{-0,1} = 0,1 \text{ мм};$$

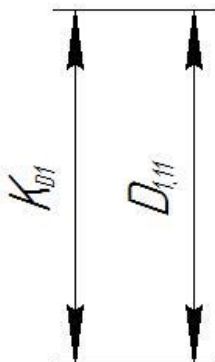
$$TD_{1,12} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TA_{1,12} < TK_6$$

Размер  $K_6$  выдерживается.

## 5.2 Проверка обеспечения точности диаметральных конструкторских размеров

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{D1}$



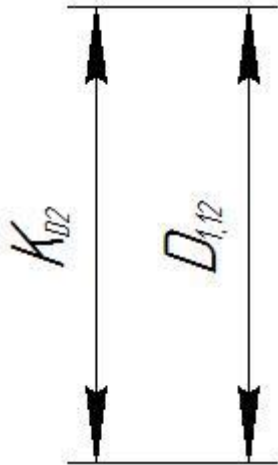
$$TK_{D1} = 131_{-0,2} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{1,11} = \omega_c + \rho_{\text{ф.п.}} + \varepsilon_3 = 0,03 + 0,02 + 0,06 = 0,11 \text{ мм}$$

$$TD_{1,11} < TK_{D1}$$

Размер  $K_{D1}$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{D2}$



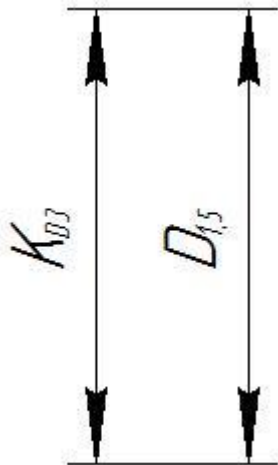
$$TK_{D2} = 120_{-0,2} = 2 \text{ мм};$$

$$TD_{1,12} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TD_{1,12} < TK_{D2}$$

Размер  $K_{D2}$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{D3}$



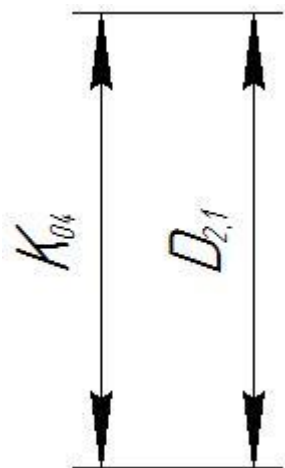
$$TK_{D3} = 91^{+0,5} = 0,5 \text{ мм};$$

$$TD_{1,5} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TD_{1,5} < TK_{D3}$$

Размер  $K_{D3}$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{D4}$



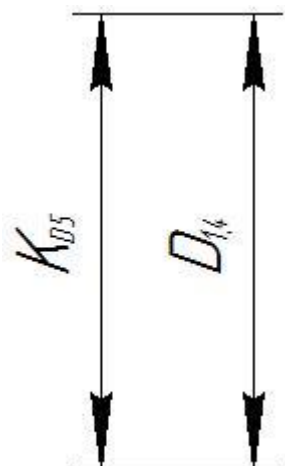
$$TK_{D4} = 83 \pm 0.1 = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{2,1} = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{2,1} = TK_{D4}$$

Размер  $K_{D4}$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{D5}$



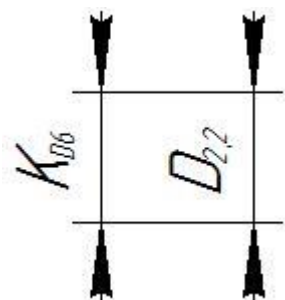
$$TK_{D5} = 75^{+0.2}_{+0.1} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TD_{1,4} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TD_{1,4} < TK_{D5}$$

Размер  $K_{D5}$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{D6}$



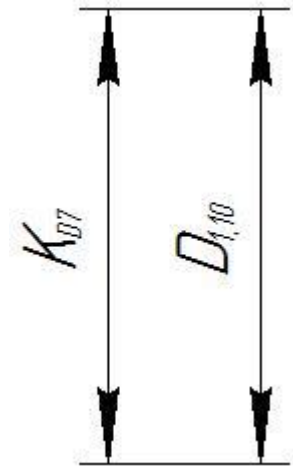
$$TK_{D6} = 4.3^{+0.2} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{2,2} = \omega_c = 0,1 \text{ мм}$$

$$TD_{2,2} < TK_{D6}$$

Размер  $K_{D6}$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{D7}$



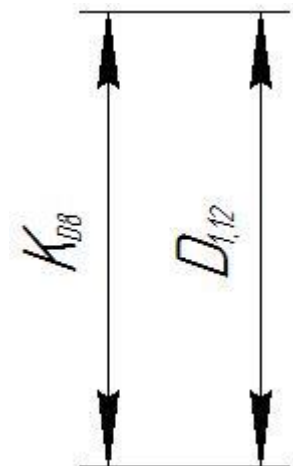
$$TK_{D7} = 90_{-0,5} = 0,5 \text{ мм};$$

$$TD_{1,10} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TD_{1,10} < TK_{D7}$$

Размер  $K_{D7}$  выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера  $K_{D8}$



$$TK_{D8} = 120 \pm 1 = 2 \text{ мм};$$

$$TD_{1,12} = \omega_c = 0,03 \text{ мм}$$

$$TD_{1,12} < TK_{D8}$$

Размер  $K_{D8}$  выдерживается.

## 6 Анализ припусков и расчет технологических размеров

### 6.1 Анализ припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле:

$$2Z_{i \min} = 2 \left( R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right)$$

где  $Z_{i \min}$  - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мм;

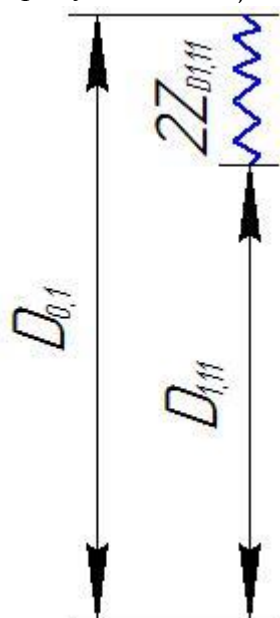
$R_{Z_{i-1}}$  - шероховатость с предыдущего перехода, мм;

$h_{i-1}$  - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мм;

$\rho_{i-1}$  - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мм;

$\varepsilon_i$  - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мм.

Припуски  $2 \cdot Z_{D1,11}$



$$2Z_{1,11 \min} = 2 \left( 0,10 + 0,180 + \sqrt{0,005^2 + 0,09^2} \right) = 0,74 \text{ мм}$$

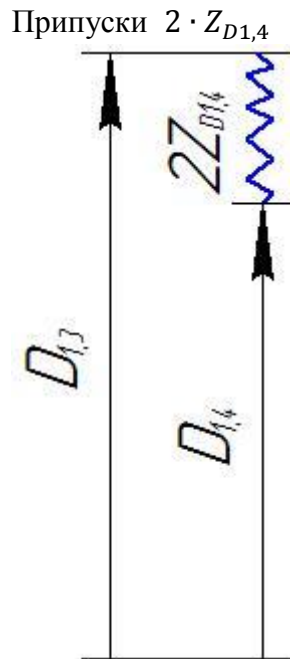
$$D_{0,1}^{\min} = D_{1,10}^{\max} + Z_{D1,1}^{\min} = 131 + 0,74 = 131,74 \approx 131,8 \text{ мм}$$

$$D_{0,1}^{\max} = D_{0,1}^{\min} + TD_{1,10} = 131,8 + 2,8 = 134,6 \text{ мм}$$

$$D_{0,1} = 134,6_{-2,8} \text{ мм}$$

Назначаем

$$D_{0,1} = 135^{+0,8}_{-2,0} \text{ мм}$$



$$2Z_{1,4 \min} = 2 \left( 0,05 + 0,07 + \sqrt{0,005^2 + 0,1^2} \right) = 0,44 \text{ мм}$$

$$D_{1,3}^{\max} = D_{1,4}^{\min} - Z_{D1,4}^{\min} = 75,1 - 0,44 = 74,66 \text{ мм}$$

$$D_{1,3}^{\min} = D_{1,3}^{\max} - TD_{1,4} = 74,66 - 0,12 = 74,54 \text{ мм}$$

$$D_{1,3} = 74,54^{+0,12} \text{ мм}$$

Назначаем

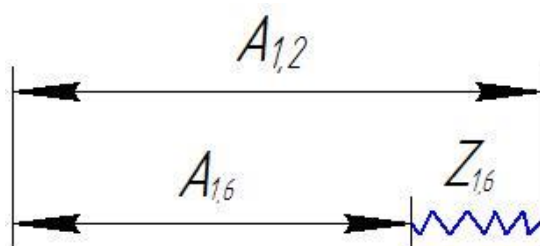
$$D_{1,3} = 30^{+0,12} \text{ мм}$$

## 6.2 Анализ припусков на осевые размеры

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле:

$$Z_{i \min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

Припуск  $Z_{1,6}$



$$Z_{1,6} = R_{Z_{1,2}} + h_{1,2} + \rho_{1,2} = 0,04 + 0,05 + 0,005 = 0,095 \text{ мм}$$

$$A_{1,2}^{min} = A_{1,6}^{max} + Z_{1,6}^{min} = 10 + 0,095 = 10,095 \text{ мм}$$

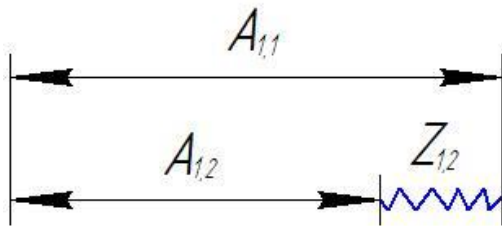
$$A_{1,2}^{max} = A_{1,2}^{min} + TA_{1,2} = 10,095 + 0,65 = 10,755 \text{ мм}$$

$$A_{1,2} = 10,755_{-0,65} \text{ мм}$$

Назначаем

$$A_{1,2} = 10,7_{-0,6} \text{ мм}$$

Припуск  $Z_{1,2}$



$$Z_{1,2} = R_{Z_{1,1}} + h_{1,1} + \rho_{1,1} = 0,10 + 0,07 + 0,005 = 0,175 \text{ мм}$$

$$A_{1,1}^{min} = A_{1,2}^{max} + Z_{1,2}^{min} = 10,76 + 0,175 = 10,935 \text{ мм}$$

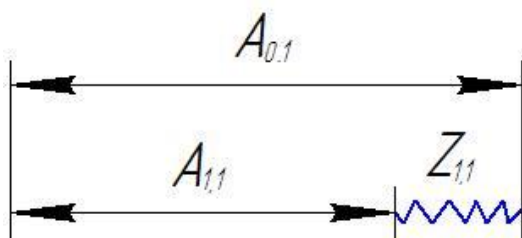
$$A_{1,1}^{max} = A_{1,1}^{min} + TA_{1,1} = 10,935 + 0,83 = 11,765 \text{ мм}$$

$$A_{1,1} = 11,765_{-0,83} \text{ мм}$$

Назначаем

$$A_{1,1} = 11,7_{-0,7} \text{ мм}$$

Припуск  $Z_{1,1}$



$$Z_{1,2} = R_{Z_{1,1}} + h_{1,1} = 0,12 + 0,12 = 0,24 \text{ мм}$$

$$A_{0,1}^{min} = A_{1,1}^{max} + Z_{1,1}^{min} = 11,7 + 0,24 = 11,94 \text{ мм}$$

$$A_{0,1}^{max} = A_{0,1}^{min} + TA_{0,1} = 11,94 + 4 = 15,94 \text{ мм}$$

$$A_{0,1} = 15,94_{-4} \text{ мм}$$

Назначаем

$$A_{0,1} = 16_{-4} \text{ мм}$$

## 7 Выбор средств технологического оснащения

### Ленточнопильный станок WBS90

Основные данные:

Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения(угол реза 90 град), мм:	280
Параметры инструмента Ножовочное полотно	Межцетровое расстояние 210...260мм.
Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения(угол реза 45 град), мм:	260
Наибольший размер отрезаемой заготовки квадратного сечения(угол реза 90 град), мм	280
Наибольший размер отрезаемой заготовки прямоугольного сечения(угол реза 45 град), мм	240
Скорость ленточнопильного полотна, м/мин	20...80
Длина пильного полотна, мм	5200*34*1,1
Мощность привода главного движения, кВт	3,0
Мощность гидронасоса, кВт	0,55
Привод подачи СОЖ, кВт	0,12
Высота рабочей поверхности, мм	860
Габаритные размеры, мм	1870*1210*2800
Масса, кг	1640
Цена(руб)	12744



## Горизонтальный токарно-револьверный станок DMTG-CL15

Основные данные:

Наименование	CL15/250
Диаметр обработки над станиной, мм	400
Диаметр обработки над суппортом, мм	160
Длина обработки, мм	250
Перемещение суппорта, мм	120x260
Ускоренные перемещения, м/мин	15
Величина подач, мм/мин	0-5000
Диаметр патрона, мм	160
Конус патрона	ISO A2-5
Частота вращения шпинделя, об/мин	50-5000
Мощность главного привода, кВт	5.5
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	46
Точность вращения шпинделя, град.	0.001
Револьверная головка, поз.	8
Диаметр пиноли задней бабки, мм	60
Ход пиноли, мм	80
Конус задней бабки	MT-3
Наклон станины, град.	60
Габариты, мм	2130x1394x1680
Масса, кг	3200
Точность позиционирования, мм	0,016
Размер инструмента, мм	20x20
Максимальное перемещение задней бабки, мм	215
Система ЧПУ	Fanuc Oi-mate TC
Цена(руб)	101826

## Вертикально-сверлильный станок

### Модель 2С50

Основные данные:

Диапазон сверления в стали, мм:	3-50
Диапазон нарезаемой резьбы	M3-M33
Расмер рабочей поверхности подъёмного стола, мм	500*500
Количество Т-образных Пазов	3
Ширина Т-образного паза	18H12
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	750
Подъём стола, мм	300
Расстояние от оси шпинделя до колоны, мм	300
Перемещение пиноли шпинделя, мм	250
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	0...2000
Крутящий момент, не более, Нм	400
Осевое усилие на шпинделе, не более, Н	15000
Количество механических подач пиноли шпинделя	9
Общая мощность электродвигателей, кВт	4
Габаритные размеры (без ЧПУ):	
длина	1350
ширина	1100
Цена(руб)	8800

## 8 Расчет режимов резания

### Заготовительная операция 00 : отрезание A01, D01

(переход A01,D01 отрезать заготовку)

1. Подача на зубьев по таблице:  $s = 0,08 \dots 0,2 = 0,15$  мм/зуб,  $Z=30$
2. Скорость резания  $V = 20$  м/мин
3. Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30$  мин.
4. Минутная подача  $S_m = 100$  мм/мин
5. Ширина реза  $t=0,8 \dots 1,3=0,8$  мм
6. Мощность  $N=0,5$  кВт

### 1.1 Токарная операция: подрезать торец A<sub>1,1</sub>

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [1, Т2 с. 185] – ВК6

Глубина резания при черновой обработке:  $t = 5$  мм.

Подача:  $s = 1,1$  мм/об. [1, Т2 с. 364]

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$  мин

Значения коэффициентов:  $C_v = 182$ ;  $x = 0,12$ ;  $y = 0,3$ ;  $m = 0,23$  – определены по таблице 17 [1, Т2, с. 368].

Скорость резания определяется

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{182}{60^{0,23} \cdot 5^{0,12} \cdot 1,1^{0,3}} \cdot 1,944 = 110,53 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$(K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,944)$$

где  $K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{pv}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 110,53}{3,14 \cdot 135} = 260,75 = 261 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка ( $P_z, P_y, P_x$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_z$

При наружном продольном точении:

$$P_z = 10 C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P, [\text{Н}]$$

где  $C_P$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_P$  – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{Rp}$$

где  $K_{Мр}$  - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания. Для Д16Т  $K_{Мр} = 2,75$  [1,Т2, с.363] ;

$K_{фр}$  - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане фна силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

$K_{γр}$  - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости уна силу резания , рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

$K_{λр}$  - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λна силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

$K_{Рр}$  - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 10 и 23 [1,Т2, с.363и374]

Компоне нта	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Мр}$	$K_{фр}$	$K_{γр}$	$K_{λр}$	$K_P$
$P_z$	40	1	0,75	0	2,75	1,0	1,0	1,0	2,75

$$P_z = 10C_p \times t^x \times s^y \times V^n \times K_p = 10 \times 40 \times 0,3^1 \times 1,1^{0,75} \times 110,53^0 \times 2,75$$

$$= 354,45 \text{ Н}$$

(Глубина резания при одном проходе:  $t=0,3$ )

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

где  $P_z$  – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н;  $V$  – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{354,45 \cdot 110,53}{1020 \cdot 60} = 0,64 \text{ кВт}$$

## 1,2,1 Токарная операция: подрезать торец $A_{1,2}$ ; просверлить отверстие $D_{1,3}$

### Подрезать торец

1.Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [1,Т2 с. 185] –ВК3

Глубина резания при чистоой обработке:  $t = 1,6 \text{ мм}$

Подача:  $s = 0,33 \text{ мм/об.}$  (Радиус при вершине резца  $r=0.8 \text{ мм}$  [1,Т2 с. 366]).

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60 \text{ мин}$

Значения коэффициентов:  $C_v = 182$ ;  $x = 0,12$ ;  $y = 0,3$ ;  $m = 0,23$  – определены по

таблице 17 [1,Т2, с.368].

Скорость резания

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{182}{60^{0,23} \cdot 1,6^{0,12} \cdot 0,33^{0,3}} \cdot 1,8 = 168,39 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$(K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,5 = 1,8)$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 168,39}{3,14 \cdot 135} = 397,24 = 397 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## 2.Расчет силы и мощности резания

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_z$

Компоне нта	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_P$
$P_z$	40	1	0,75	0	2,75	1,0	1,0	1,0	2,75

$$P_z = 10C_p \times t^x \times s^y \times V^n \times K_p = 10 \times 40 \times 0,8^1 \times 0,33^{0,75} \times 168,39^0 \times 2,75 = 383,15 \text{ Н}$$

(Глубина резания при одном проходе:  $t=0,8$ )

Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N = \frac{383,15 \cdot 168,39}{1020 \cdot 60} = 1,05 \text{ кВт}$$

## Сверлить отверстие

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [1,Т2 с. 178] –Р6М5

1.Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания при сверлении  $t=0,5D=0,5 \cdot 30=15 \text{ мм}$

Подача:  $s = 0,9 \text{ мм/об.}$  [1,Т2 с. 381]

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=75 \text{ мин}$  [1,Т2 с. 384]

Значения коэффициентов:  $C_v=32,6$ ;  $q = 0,25$ ;  $y = 0,4$ ;  $m = 0,125$  – определены по таблице 17 [1,Т2, с.383].

Скорость резания определяется

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} K_v = \frac{32,6 \times 30^{0,25}}{75^{0,125} 0,9^{0,4}} \times 0,72 = 33,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$(K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{lv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72)$$

Где  $K_{lv}$  – коэффициент, учитывающий глубину сверления [1,Т2, с.385]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 33,4}{3,14 \cdot 30} = 354,56 = 355 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

2.Расчет крутящего момента, осевую силу и мощности резания

Крутящий момент и осевая сила рассчитываются по формулам

$$M_{кр} = 10C_M \times D^q \times s^y \times K_p$$

$$P_o = 10C_p \times D^q \times s^y \times K_p$$

Где  $K_p$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением  $K_p = K_{mp} = 2,75$

Компоне нта[1,Т2, с.385]	$C_M$	$C_P$	$q$	$y$	$K_P$
$M_{кр}$	0,005		2	0,8	2,75
$P_o$		9,8	1	0,7	2,75

$$M_{кр} = 10C_M \times D^q \times s^y \times K_p = 10 \times 0,005 \times 30^2 \times 0,9^{0,8} \times 2,75 = 113,75 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_o = 10C_p \times D^q \times s^y \times K_p = 10 \times 9,8 \times 30^1 \times 0,9^{0,7} \times 2,75 = 7510 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \text{ кВт}$$

Где  $M_{кр}$  – крутящий момент при разворачивании каждый зуб инструмента

$$M_{кр} = \frac{C_p t^x s_z^y D_z}{2 \cdot 100}$$

Где  $S_z$  – подача на один зуб инструмента, равная  $s/z$ . Значения коэффициентов и показателей степени в табл. 22 [1,Т2, с.372]

$$M_{кр} = \frac{C_p t^x s_z^y D_z}{2 \cdot 100} = \frac{40 \times 15^1 (0,9/2)^{0,75} \times 30 \times 2}{2 \times 100} = 230,76 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{230,76 \times 354,56}{9750} = 8,39 \text{ кВт}$$

## 1,2,2 Токарная операция: расточить отверстие $D_{1,4}$

### Черновая обработка

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [1,Т2 с. 185] – ВК6

Глубина резания при черновой обработке:  $t = 22 \text{ мм}$ .

Подача:  $s = 1,1 \text{ мм/об}$ . [1,Т2 с. 364]

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60 \text{ мин}$

Значения коэффициентов:  $C_v = 182$ ;  $x = 0,12$ ;  $y = 0,3$ ;  $m = 0,23$  – определены по таблице 17 [1,Т2, с.368].

Скорость резания определяется

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{182}{60^{0,23} \cdot 22^{0,12} \cdot 1,1^{0,3}} \cdot 1,944 = 92,53 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$(K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,944)$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 92,53}{3,14 \cdot 70} = 109,74 = 398,21 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## 2. Расчет силы и мощности резания

Силу резания  $P$  принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка ( $P_z, P_y, P_x$ ).

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_z$

При наружном продольном точении:

$$P_z = 10 C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P, [\text{Н}]$$

Компоне нта	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_P$
$P_z$	40	1	0,75	0	2,75	1,0	1,0	1,0	2,75

$$P_z = 10 C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 40 \times 1^1 \times 1,1^{0,75} \times 92,51^0 \times 2,75 = 1181,51 \text{ Н}$$

(Глубина резания при одном проходе:  $t=1$ )

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N = \frac{1181,51 \cdot 92,53}{1020 \cdot 60} = 1,79 \text{ кВт}$$

## Чистая обработка

### 1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [1, Т2 с. 185] – ВКЗ

Глубина резания при чистой обработке:  $t = 0,5 \text{ мм}$

Подача:  $s = 0,33 \text{ мм/об.}$  (Радиус при вершине резца  $r=0,8 \text{ мм}$  [1, Т2 с. 366]).

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60 \text{ мин}$

Значения коэффициентов:  $C_v=182$ ;  $x=0,12$ ;  $y=0,3$ ;  $m=0,23$  – определены по таблице 17 [1, Т2, с. 368].

Скорость резания

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{182}{60^{0,23} \cdot 0,5^{0,12} \cdot 0,33^{0,3}} \cdot 1,8 = 193,61 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$(K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,5 = 1,8)$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 193,61}{3,14 \cdot 75} = 822,14 = 822 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## 2. Расчет силы и мощности резания

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_z$

Компонента	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_P$
$P_z$	40	1	0,75	0	2,75	1,0	1,0	1,0	2,75

$$P_z = 10C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 40 \times 0,5^1 \times 0,33^{0,75} \times 168,39^0 \times 2,75$$

$$= 239,47 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N = \frac{239,47 \cdot 193,61}{1020 \cdot 60} = 0,76 \text{ кВт}$$

## 1,2,3 Токарная операция: расточить тоцевую канавку $D_{1,5}, A_{1,5}$

### 1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [1, Т2 с. 185] – ВКЗ

Глубина резания при чистой обработке:  $t = 3 \text{ мм}$

Подача:  $s = 0,33 \text{ мм/об.}$  (Радиус при вершине резца  $r = 0,8 \text{ мм}$  [1, Т2 с. 366]).

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60 \text{ мин}$

Значения коэффициентов:  $C_V = 182$ ;  $x = 0,12$ ;  $y = 0,3$ ;  $m = 0,23$  – определены по таблице 17 [1, Т2, с. 368].

Скорость резания

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{182}{60^{0,23} \cdot 3^{0,12} \cdot 0,33^{0,3}} \cdot 1,8 = 156,17 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$(K_V = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,5 = 1,8)$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 156,17}{3,14 \cdot 91} = 546,55 = 547 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### 2. Расчет силы и мощности резания

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_z$

Компонента	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_P$
$P_z$	40	1	0,75	0	2,75	0,89	1,1	1,0	2,6923

[1, Т2, с. 374]

$$P_z = 10C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 40 \times 1^1 \times 0,33^{0,75} \times 156,17^0 \times 2,6923$$

$$= 468,89 \text{ Н}$$



(Глубина резания при одном проходе:  $t=1$ )

Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N = \frac{468,89 \cdot 156,17}{1020 \cdot 60} = 1,20 \text{ кВт}$$

### 1,3,1 Токарная операция: подрезать торец $A_{1,6}$

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [1, Т2 с. 185] – ВКЗ

Глубина резания при чистой обработке:  $t = 0,9$  мм

Подача:  $s = 0,33$  мм/об. (Радиус при вершине резца  $r=0,8$  мм [1, Т2 с. 366]).

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$  мин

Значения коэффициентов:  $C_v=182$ ;  $x = 0,12$ ;  $y = 0,3$ ;  $m = 0,23$  – определены по таблице 17 [1, Т2, с. 368].

Скорость резания

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{182}{60^{0,23} \cdot 0,9^{0,12} \cdot 0,33^{0,3}} \cdot 1,8 = 180,43 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$(K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,5 = 1,8)$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 180,43}{3,14 \cdot 135} = 425,64 = 426 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_z$

Компонента	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_P$
$P_z$	40	1	0,75	0	2,75	1,0	1,0	1,0	2,75

$$P_z = 10 C_p \times t^x \times s^y \times V^n \times K_p = 10 \times 40 \times 0,9^1 \times 0,33^{0,75} \times 168,39^0 \times 2,75$$

$$= 431,04 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N = \frac{431,04 \cdot 180,43}{1020 \cdot 60} = 1,27 \text{ кВт}$$

### 1,3,2 Токарная операция: расточить тоцевую канавку $D_{1,7}, A_{1,7}$

### 1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [1, Т2 с. 185] – ВКЗ

Глубина резания при чистовой обработке:  $t = 3$  мм

Подача:  $s = 0,33$  мм/об. (Радиус при вершине резца  $r = 0,8$  мм [1, Т2 с. 366]).

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60$  мин

Значения коэффициентов:  $C_V = 182$ ;  $x = 0,12$ ;  $y = 0,3$ ;  $m = 0,23$  – определены по таблице 17 [1, Т2, с. 368].

Скорость резания

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{182}{60^{0,23} \cdot 3^{0,12} \cdot 0,33^{0,3}} \cdot 1,8 = 156,17 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$(K_V = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,5 = 1,8)$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 156,17}{3,14 \cdot 100} = 497,36 = 497 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### 2. Расчет силы и мощности резания

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_z$

Компоне нта	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_P$
$P_z$	40	1	0,75	0	2,75	0,89	1,1	1,0	2,6923

$$P_z = 10 C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 40 \times 1^1 \times 0,33^{0,75} \times 156,17^0 \times 2,6923 \\ = 468,89 \text{ Н}$$

(Глубина резания при одном проходе:  $t = 1$ )

Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N = \frac{468,89 \cdot 156,17}{1020 \cdot 60} = 1,20 \text{ кВт}$$

## 1,3,3 Токарная операция: расточить тоцевую канавку $A_{1,8}$ , $A_{1,9}$ ,

### $D_{1,8}$

#### 1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [1, Т2 с. 185] – ВКЗ

Глубина резания при чистовой обработке:  $t = 7,5$  мм

Подача:  $s = 0,12$  мм/об. [1, Т2 с. 366 табл. 15]

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60$  мин

Значения коэффициентов:  $C_V = 182$ ;  $x = 0,12$ ;  $y = 0,3$ ;  $m = 0,23$  – определены по

таблице 17 [1,Т2, с.368].

Скорость резания

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{182}{60^{0,23} \cdot 3^{0,12} \cdot 0,35^{0,3}} \cdot 1,8 = 153,42 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

$$(K_V = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,5 = 1,8)$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 153,42}{3,14 \cdot 100} = 488,61 - 489 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

## 2.Расчет силы и мощности резания

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_z$

Компоне нта	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_P$
$P_z$	40	1	0,75	0	2,75	0,89	1,1	1,0	2,6923

$$P_z = 10C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 40 \times 3^1 \times 0,12^{0,75} \times 153,42^0 \times 2,6923$$

$$= 658,70 \text{ Н}$$

(Глубина резания при одном проходе:  $t=3$ )

Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N = \frac{658,70 \cdot 153,42}{1020 \cdot 60} = 1,65 \text{ кВт}$$

## 1,3,4 Токарная операция: точить тоцевую канавку $A_{1,9}$ , $A_{1,10}$ , $D_{1,9}$ ,

### $D_{1,10}$ , $A_{1,11}$

#### 1.Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [1,Т2 с. 185] –ВКЗ

Глубина резания при чистой обработке:  $t = 5,5 \text{ мм}$

Подача:  $s = 0,33 \text{ мм/об.}$  (Радиус при вершине резца  $r=0.8 \text{ мм}$  [1,Т2 с. 366]).

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60 \text{ мин}$

Значения коэффициентов:  $C_V=182$ ;  $x = 0,12$ ;  $y = 0,3$ ;  $m = 0,23$  – определены по таблице 17 [1,Т2, с.368].

Скорость резания

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{182}{60^{0,23} \cdot 5,5^{0,12} \cdot 0,33^{0,3}} \cdot 1,8 = 80,67 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

$$(K_V = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,5 = 1,8)$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 80,67}{3,14 \cdot 100} = 256,90 = 257 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## 2. Расчет силы и мощности резания

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_z$

Компоне нта	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_P$
$P_z$	40	1	0,75	0	2,75	0,89	1,1	1,0	2,6923

$$P_z = 10C_p \times t^x \times s^y \times V^n \times K_p = 10 \times 40 \times 1^1 \times 0,33^{0,75} \times 80,67^0 \times 2,6923$$

$$= 468,89 \text{ Н}$$

(Глубина резания при одном проходе:  $t=1$ )

Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N = \frac{468,89 \cdot 80,67}{1020 \cdot 60} = 0,62 \text{ кВт}$$

## 1,3,5 Токарная операция: Точить диаметр $D_{1,11}$ ; точить канавку

$A_{1,12}, A_{1,13}, A_{1,14}, D_{1,12}$

### Точить диаметр

#### 1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [1, Т2 с. 185] – ВКЗ

Глубина резания при чистой обработке:  $t = 2,5 \text{ мм}$

Подача:  $s = 0,33 \text{ мм/об.}$  (Радиус при вершине резца  $r=0,8 \text{ мм}$  [1, Т2 с. 366]).

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60 \text{ мин}$

Значения коэффициентов:  $C_v=182$ ;  $x = 0,12$ ;  $y = 0,3$ ;  $m = 0,23$  – определены по таблице 17 [1, Т2, с. 368].

Скорость резания

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{182}{60^{0,23} \cdot 2,5^{0,12} \cdot 0,33^{0,3}} \cdot 1,8 = 159,61 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$(K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{nv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,5 = 1,8)$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 159,61}{3,14 \cdot 131} = 388,02 = 388 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## 2. Расчет силы и мощности резания

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_z$

Компоне нта	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_P$
$P_z$	40	1	0,75	0	2,75	1,0	1,0	1,0	2,75

$$P_z = 10C_p \times t^x \times s^y \times V^n \times K_p = 10 \times 40 \times 0,5^1 \times 0,33^{0,75} \times 159,61^0 \times 2,75$$

$$= 239,47 \text{ Н}$$

(Глубина резания при одном проходе:  $t=0,5$ )

Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N = \frac{239,47 \cdot 159,61}{1020 \cdot 60} = 0,62 \text{ кВт}$$

### Точить канавку A1,12, A1,13, A1,14, D1,12

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [1, Т2 с. 185] – ВКЗ

Глубина резания при чистой обработке:  $t = 2,9$  мм

Подача:  $s = 0,12$  мм/об. [1, Т2 с. 366 табл.15]

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$  мин

Значения коэффициентов:  $C_v = 182$ ;  $x = 0,12$ ;  $y = 0,3$ ;  $m = 0,23$  – определены по таблице 17 [1, Т2, с.368].

Скорость резания

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{182}{60^{0,23} \cdot 2,9^{0,12} \cdot 0,12^{0,3}} \cdot 1,8 = 212,39 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$(K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,5 = 1,8)$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 212,39}{3,14 \cdot 120} = 563,67 = 564 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Рассчитываем главную составляющую силу  $P_z$

Компоне нта	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_P$
$P_z$	40	1	0,75	0	2,75	0,89	1,0	1,0	2,4475

$$P_z = 10C_p \times t^x \times s^y \times V^n \times K_p = 10 \times 40 \times 2,9^1 \times 0,12^{0,75} \times 212,39^0 \times 2,4475$$

$$= 578,85 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$

$$N = \frac{578,85 \cdot 212,39}{1020 \cdot 60} = 2,01 \text{ кВт}$$

## 2,1 Сверлильная операция: сверлить отверстие D<sub>2,1</sub>, D<sub>2,2</sub>

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [1, Т2 с. 178] – Р6М5

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания при сверлении  $t=0,5D=0,5 \cdot 4,3=2,15$  мм

Подача:  $s = 0,2$  мм/об. [1, Т2 с. 381]

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=20$  мин [1, Т2 с. 384]

Значения коэффициентов:  $C_v=32,6$ ;  $q=0,25$ ;  $y=0,4$ ;  $m=0,125$  – определены по таблице 17 [1, Т2, с. 383].

Скорость резания определяется

$$V = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sv}}} K_v = \frac{32,6 \times 4,3^{0,25}}{20^{0,125} 0,2^{0,4}} \times 0,72 = 44,24 \text{ м/мин}$$

$$(K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{lv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72)$$

Где  $K_{lv}$  – коэффициент, учитывающий глубину сверления [1, Т2, с. 385]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 44,24}{3,14 \cdot 4,3} = 4551,18 = 4551 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Назначаем  $n=2000$  по станком

2. Расчет крутящего момента, осевую силу и мощности резания

Крутящий момент и осевая сила рассчитываются по формулам

$$M_{кр} = 10 C_M \times D^q \times s^y \times K_p$$

$$P_o = 10 C_p \times D^q \times s^y \times K_p$$

Где  $K_p$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением  $K_p = K_{mp} = 2,75$

Компоне нта [1, Т2, с. 385]	$C_M$	$C_P$	$q$	$y$	$K_P$
$M_{кр}$	0,005		2	0,8	2,75
$P_o$		9,8	1	0,7	2,75

$$M_{кр} = 10 C_M \times D^q \times s^y \times K_p = 10 \times 0,005 \times 4,3^2 \times 0,2^{0,8} \times 2,75 = 0,70 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_o = 10 C_p \times D^q \times s^y \times K_p = 10 \times 9,8 \times 4,3^1 \times 0,2^{0,7} \times 2,75 = 375,62 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} \text{ кВт}$$

Где  $M_{кр}$  – крутящий момент при разворачивании каждый зуб инструмента

$$M_{кр} = \frac{C_p t^x s_z^y D_z}{2 \cdot 100}$$

Где  $S_z$  – подача на один зуб инструмента, равная  $s/z$ . Значения коэффициентов и показателей степени в табл. 22 [1, Т2, с.372]

$$M_{кр} = \frac{C_p t^x s_z^y D_z}{2 \cdot 100} = \frac{40 \times 2,15^1 \times (0,2/2)^{0,75} \times 4,3 \times 2}{2 \times 100} = 0,66$$

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{0,66 \times 2000}{9750} = 0,14 \text{ кВт}$$

## 9 Расчет времени

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{p.x.} \times i}{n \times S}, \text{мин} \quad (1.18)$$

где  $L_{p.x.}$  – длина рабочего хода, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L_{p.x.} = l_p + y + y_1 \quad (1.19)$$

$l_p$  – длина резания, равна развернутой длине обрабатываемого профиля, мм

$y$  – величина резания

$y_1$  – перебег резца (1,0...2,0) мм

Вспомогательное время определяем по формуле;

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} \quad (1.20)$$

Где  $T_{у.с.}$  – время на установку и снятие детали;

$T_{з.о.}$  – время на закрепление и открепление детали;

$T_{уп.}$  – время на управление станком;

$T_{изм.}$  – время на промер детали;

$T_{всп}$  – вспомогательное время,

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} \quad (1.21)$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер} \quad (1.22)$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} \quad (1.23)$$

Подготовительно -заключительное время определяем из таблицы [2 .стр, 215-221]

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з.}/n) \quad (1.24)$$

где  $n$  – количество деталей.

**Операция 0:Ленточнопильная операция с ленточнопильным станком WBS90.**

переход – А0,1

$$t_o = \frac{l}{S_m} = \frac{135,8}{100} = 1,36 \text{ мин.}$$

Где  $l$  – длина рабочего хода, мм;



$S_m$  -минутная подача, м/мин;

$T_{у.с.}=0,2$  мин-из таблиц.5.1[стр.197]

$T_{з.о}=0,4$  мин-из таблиц.5.7[стр.201]

$T_{упр.}=0,24$  мин-из таблиц.5.8[стр.202]

$T_{изм.}=0,14$  мин-из таблиц.5.10[стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$T_{всп}=0,2+0,4+0,24+0,14=0,98$  мин.

По формуле (1.21) определим оперативное время;

$T_{опер.}=1,36+0,98=2,34$  мин.

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$T_{о.о.}=15\% \times 2,34=0,35$  мин

По формуле (1.24) определим штучное время;

$T_{шт.}=1,36+0,98+0,35=2,69$  мин

Подготовительно- заключительное время  $T_{пз.}=14$  мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$T_{шт.к.}=2,69+(14/8000)=2,692$  мин.

### **Операция 1,1: Токарная-револьверная операция с токарном станком с ЧПУ DMTG CL15**

переход 1: подрезать торец

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(67,9 + 5 + 1 + 2) \cdot 1}{1,1 \times 261} = 0,27 \text{ мин.}$$

$T_{у.с.}=0,35$  мин. -из таблиц.5.2[2, стр.198]

$T_{з.о}=0,135$  мин-из таблиц.5.6[2, стр.200]

$T_{упр.}=0,05$  мин-из таблиц.5.7[2, стр.201]

$T_{изм.}=0,04$  мин-из таблиц.5.11[2, стр.207]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$T_{всп.}=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575$ мин

Подготовительно- заключительное время  $T_{п.з.}=24$  мин -из таблиц.6.3 [стр.215]

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$T_{опер.}=0,27+0,575=0,845$  мин.

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$T_{о.о.}=15\% \times 0,845=0,13$ мин

По формуле (1.23) определим штучное время:

$T_{шт.}=0,27+0,575+0,13=0,975$ мин.

Подготовительно- заключительное время  $T_{п.з.}=24$  мин -из таблиц.6.3 [стр.215]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$T_{шт.к.}=1,24+(24/8000)=0,978$  мин.

### **Операция 1,2: Токарная-револьверная операция с токарном станком с ЧПУ DMTG CL15**

переход 1: подрезать торец  $A_{1,2}$ ; просверлить отверстие  $D_{1,3}$

подрезать торец

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(67,9 + 1,6 + 1 + 2) \cdot 1}{0,33 \times 397} = 0,55 \text{ мин.}$$

$T_{у.с.}=0,35$  мин. -из таблиц.5.2[2, стр.198]

$T_{з.о}=0,135$  мин-из таблиц.5.6[2, стр.200]

$T_{упр}=0,05$  мин-из таблиц.5.7[2, стр.201]

$T_{изм}=0,04$  мин-из таблиц.5.11[2, стр.207]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$T_{всп}=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575$ мин

просверлить отверстие (сверло Ф30)

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(19 + 0 + 1 + 2) \cdot 1}{0,9 \times 355} = 0,07 \text{ мин.}$$

$T_{у.с.}=0$

$T_{з.о}=0$

$T_{упр}=0,08$  мин-из таблиц.5.7[2, стр.202]

$T_{изм}=0,5$  мин-из таблиц.5.11[2, стр.206]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$T_{всп}=0+0+0,08+0,5=0,13$ мин.

переход 2: расточить отверстие  $D_{1,4}$

черновая обработка

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(10 + 1 + 1 + 2) \cdot 22}{1,1 \times 110} = 2,55 \text{ мин.}$$

$T_{у.с.}=0$

$T_{з.о}=0$

$T_{упр}=0,05$  мин-из таблиц.5.7[2, стр.201]

$T_{изм}=0,04$  мин-из таблиц.5.11[2, стр.207]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$T_{всп}=0+0+0,05+0,04=0,09$ мин

чистовая обработка

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(10 + 0,5 + 1 + 2) \cdot 1}{0,33 \times 678} = 0,06 \text{ мин.}$$

$T_{у.с.}=0$

$T_{з.о}=0$

$T_{упр}=0,05$  мин-из таблиц.5.7[2, стр.201]

$T_{изм}=0,04$  мин-из таблиц.5.11[2, стр.207]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$T_{всп}=0+0+0,05+0,04=0,09$ мин

переход 3: расточить тоцевую канавку  $D_{1,5}, A_{1,5}$

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(7,5 + 0 + 1 + 0) \cdot 3}{0,33 \times 547} = 0,14 \text{ мин.}$$

$T_{у.с.}=0$

$T_{з.о}=0$

$T_{\text{упр}}=0,05$  мин-из таблиц.5.7[2, стр.201]

$T_{\text{изм}}=0,04$  мин-из таблиц.5.11[2, стр.207]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$T_{\text{всп}}=0+0+0,05+0,04=0,09$ мин

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{п.з.}}=24$  мин -из таблиц.6.3 [стр.215]

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$T_{\text{пер1}}=(0,55+0,575)+(0,07+0,13)=1,325$  мин.

$T_{\text{пер2}}=(2,55+0,09)+(0,06+0,09)=2,79$  мин.

$T_{\text{пер3}}=0,14+0,09=0,23$  мин.

$T_{\text{опер}}=T_{\text{пер1}}+T_{\text{пер2}}+T_{\text{пер3}}=1,325+2,79+0,23=4,345$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$T_{\text{о.о.}}=15\% \times 4,345=0,65$ мин

По формуле (1.23) определим штучное время:

$T_{\text{шт.}}=4,375+0,65=5,025$ мин.

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{п.з.}}=24$  мин -из таблиц.6.3 [стр.215]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$T_{\text{шт.к.}}=5,025+(24/8000)=5,028$  мин.

### **Операция 1,3: Токарная-револьверная операция с токарном станком с ЧПУ DMTG CL15**

переход 1: подрезать торец  $A_{1,6}$

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(28 + 0,9 + 1 + 2) \cdot 1}{0,33 \times 426} = 0,17 \text{ мин.}$$

$T_{\text{у.с.}}=0,35$  мин. -из таблиц.5.2[2, стр.198]

$T_{\text{з.о}}=0,135$  мин-из таблиц.5.6[2, стр.200]

$T_{\text{упр}}=0,05$  мин-из таблиц.5.7[2, стр.201]

$T_{\text{изм}}=0,04$  мин-из таблиц.5.11[2, стр.207]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$T_{\text{всп}}=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575$ мин

переход 2: расточить тоцевую канавку  $D_{1,7}, A_{1,7}$

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(19,5 + 0 + 1 + 0) \cdot 3}{0,33 \times 429} = 0,43 \text{ мин.}$$

$T_{\text{у.с.}}=0$

$T_{\text{з.о}}=0$

$T_{\text{упр}}=0,05$  мин-из таблиц.5.7[2, стр.201]

$T_{\text{изм}}=0,04$  мин-из таблиц.5.11[2, стр.207]

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$T_{\text{всп}}=0+0+0,05+0,04=0,09$ мин

переход 3: точить тоцевую канавку  $A_{1,8}, A_{1,9}, D_{1,8}$

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(2,5 + 0 + 1 + 0) \cdot 3}{0,12 \times 429} = 0,20 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.}=0$$

$$T_{3.0}=0$$

$$T_{y.p.p.}=0,05 \text{ мин-из таблиц.5.7[2, стр.201]}$$

$$T_{изм}=0,04 \text{ мин-из таблиц.5.11[2, стр.207]}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0+0+0,05+0,04=0,09 \text{ мин}$$

переход 4: точить тоцевую канавку  $A_{1,9}, A_{1,10}, D_{1,9}, D_{1,10}, A_{1,11}$

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(5,5 + 0 + 1 + 1) \cdot 2}{0,33 \times 397} = 0,12 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.}=0$$

$$T_{3.0}=0$$

$$T_{y.p.p.}=0,05 \text{ мин-из таблиц.5.7[2, стр.201]}$$

$$T_{изм}=0,04 \text{ мин-из таблиц.5.11[2, стр.207]}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0+0+0,05+0,04=0,09 \text{ мин}$$

переход 5: Точить диаметр  $D_{1,11}$ ; точить канавку  $A_{1,12}, A_{1,13}, A_{1,14}, D_{1,12}$

точить диаметр

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(10 + 0,5 + 1 + 2) \cdot 5}{0,33 \times 388} = 0,52 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.}=0$$

$$T_{3.0}=0$$

$$T_{y.p.p.}=0,05 \text{ мин-из таблиц.5.7[2, стр.201]}$$

$$T_{изм}=0,04 \text{ мин-из таблиц.5.11[2, стр.207]}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0+0+0,05+0,04=0,09 \text{ мин}$$

точить канавку

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(5,5 + 0 + 1 + 0) \cdot 3}{0,12 \times 564} = 0,29 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.}=0$$

$$T_{3.0}=0$$

$$T_{y.p.p.}=0,05 \text{ мин-из таблиц.5.7[2, стр.201]}$$

$$T_{изм}=0,04 \text{ мин-из таблиц.5.11[2, стр.207]}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0+0+0,05+0,04=0,09 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{п.з.}=24 \text{ мин -из таблиц.6.3 [стр.215]}$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{пер1}=0,17+0,575=0,745 \text{ мин.}$$

$$T_{пер2}=0,43+0,09=0,52 \text{ мин.}$$

$$T_{пер3}=0,20+0,09=0,29 \text{ мин.}$$

$$T_{пер4}=0,12+0,09=0,21 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{пер}3}=(0,52+0,09)+(0,29+0,09)=0,99 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер}}=T_{\text{пер}1}+T_{\text{пер}2}+T_{\text{пер}3}+T_{\text{пер}4}+T_{\text{пер}5}=0,745+0,52+0,29+0,21+0,99=2,755$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}}=15\% \times 2,755=0,41 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}}=2,755+0,41=3,165 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{п.з.}}=24 \text{ мин}$  -из таблиц.6.3 [стр.215]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}}=3,165+(24/8000)=3,168 \text{ мин.}$$

### **Операция 2,1: Сверлильная операция с вертикально-сверлильным**

#### **станком Модель 2С50**

переход 1: просверлить 6 отверстия  $D_{2,1}, D_{2,2}$

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(4 + 0 + 1 + 3) \cdot 6}{0,2 \times 2000} = 0,12 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}}=0,12 \text{ мин-из таблиц.5.2[стр.197]}$$

$$T_{\text{з.о}}=0,35 \text{ мин-из таблиц.5.6[стр.201]}$$

$$T_{\text{упр.}}=0,1 \text{ мин-из таблиц.5.9[стр.202]}$$

$$T_{\text{изм.}}=0,25 \text{ мин-из таблиц.5.12[стр.206]}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}}=0,12+0,35+0,1+0,25=0,82 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{п.з.}}=16 \text{ мин}$  -из таблиц.6.3 [стр.215]

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{\text{пер}1}=0,12+0,82=0,94 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{опер}}=T_{\text{пер}1}=0,94 \text{ мин}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}}=15\% \times 0,94=0,14 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}}=0,94+0,14=1,081 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время  $T_{\text{п.з.}}=16 \text{ мин}$  -из таблиц.6.3 [стр.215]

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}}=1,08+(16/8000)=1,083 \text{ мин.}$$

### **Операция 3,1: Химико-термическая**

Покрыть анодизационно-оксидированное и хромированное покрытие

2 часа по 100 шт

$$T_{\text{шт.к.}} = \frac{2 \times 60}{100} = 1,2 \text{ мин}$$

# Конструкторский раздел

## 1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование приспособления для горизонтально-фрезерного станка

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73[9, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «шків» на вертикально-сверлильном станке Модель 2С50.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «шків».
Цель и назначение разработки	Проектирования приспособления должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «шків» с целью удобство установки, закрепления и снятия заготовки, получения необходимой точности конструктивных размеров.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> – среднесерийный <u>Программа выпуска</u> - 8000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать вертикально-сверлильную станку Модель 2С50. <u>Входные данные</u> о заготовке, поступающей на расточную операцию: высота заготовки 10 <sub>-0,2</sub> мм, диаметр 131 <sub>-0,2</sub> мм R <sub>Z</sub> = 20 мкм.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.

## 2 Расчетная схема и компоновок приспособления.

Перед расчетом принципиальной схемы, необходимо определить на каких поверхностях заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с

указанием мест приложения силы зажима (рис. 1).

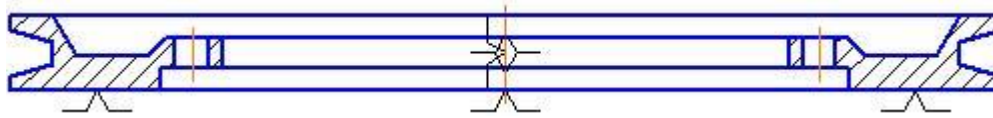
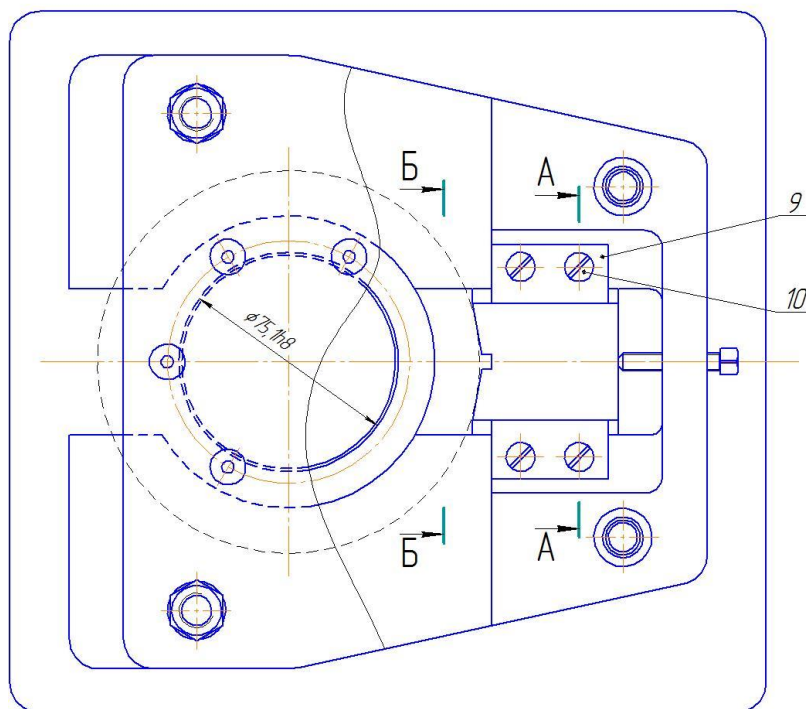
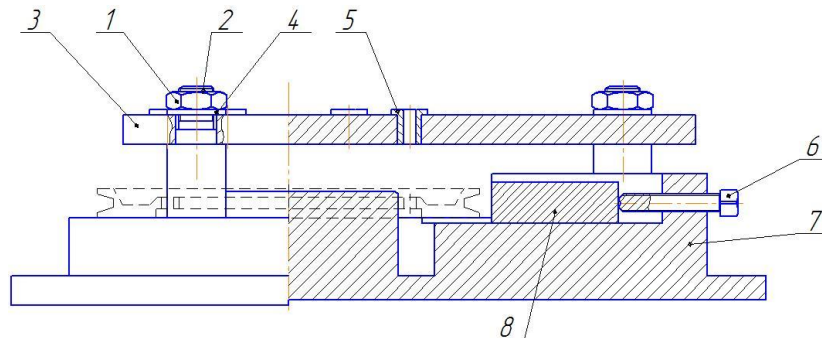


Рис. 1. Схема зажима заготовки и места приложения силы зажима.



Компоновка (общий вид) приспособления показан на чертеже.

### 3 Описание конструкции и работы приспособления.

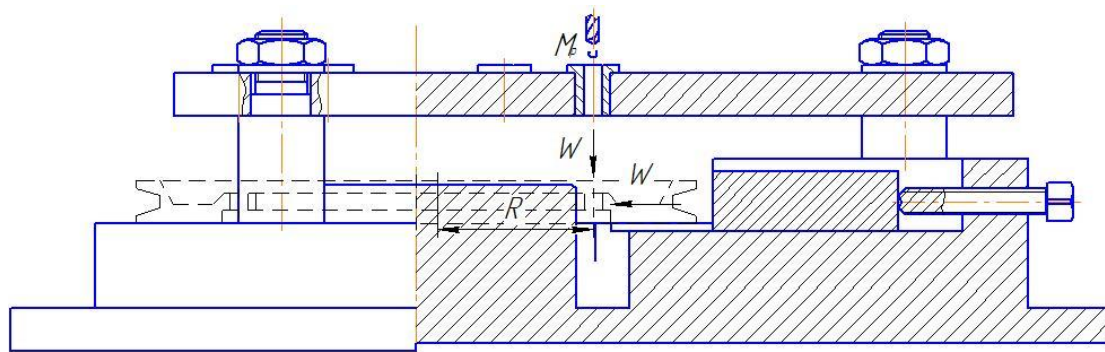
Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «шків» при ее обработке на вертикально-сверлильном станке Модель 2С50.

Основания приспособления 7 в котором крепятся остальные элементы. Призма 8 и центральный цилиндр служит для закрепления детали. Для разжима и крепления заготовки ослабить и затягивать винт 6. Базовые поверхности заготовки контактируют с установочными поверхностями приспособления. Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТ и нормативам машиностроения.

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износоустойчивостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 20 с цементацией на глубину 0,8 - 1,2 мм и с последующей закалкой до твердости HRC<sub>3</sub>50...55.

#### 4 Определение необходимой силы зажима

Как видно из расчетной схемы перемещению детали под действием сил резания препятствует схема базирования. Т.е. благодаря призму 8 деталь застрахована от всякого рода прокручиваний при обработке. Цанговый зажим нужен для исключения вибрации, а также для базирования детали относительно к приспособлению.



#### 5 Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров.

В качестве привода зажимного устройства применяем пневмоцилиндр двустороннего действия.

Пневматические приводы предназначены для обеспечения необходимых усилий и скоростей рабочих органов, экономичности, надежности и долговечности, безопасности и быстродействия при использовании сжатого воздуха с заданными параметрами и при заданных условиях эксплуатации.

Расчет сводится к определению диаметра цилиндра при заданных усилиях на штоке и давлении воздуха.



Крутящий момент:

Так как момент резания должен быть меньше момента, вызываемого силой трения, следовательно,

$$M_{\text{резания}} \cdot K = M ; \text{Принимаем } K=1,5$$

$$M = F_{\text{трение}} \cdot R = M_{\text{резание}} \cdot 1,5 = 0,7 \cdot 1,5 = 1,05 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$F_{\text{трение}} = W \cdot f_{\text{трение}}$$

$$f_{\text{тр}} = 0,15 , K_3, \text{-коэффициент запаса}$$

Принимаем  $P_z=1000 \text{ Н}$

$$W = \frac{P_z}{f_{\text{тр}}} \cdot K_3 = \frac{1000}{0,15} \cdot 1,5 = 10000 \text{ Н}$$

$$F_{\text{трение}} = 10000 \cdot 0,15 = 1500$$

$$M = F_{\text{трение}} \cdot R = 1500 \cdot 0,0415 = 62,25 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

## **6. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления**

Оборудование, чтобы обеспечить фиксированное положение обработанных поверхностей, которые определяют очаговые размеры и геометрические соотношения –концентричность, перпендикулярность, и др. Все необходимые требования, указания предельных отклонений формы и расположения поверхностей показаны в устройстве чертежа в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

Целью данной работы являлась разработка и дизайн инструменты исследования. Закрепили умение находить конструктивные решения поставленных задач. Прделана следующая работа: разработано Техническое задание на проектирование специальных станков; разработанные схемы и компоновки приспособления, расчет исполнительных размеров элементов устройства; создание схемы и определенными прижимной силы.

С учетом того, что приспособление устанавливается на вертикально-сверлильном станке Модель 2С50 , конструктивно проработали компоновку приспособления. Зажим осуществляем с помощью цангового зажима, имеющего пневмопривод.

# **Раздел финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Цель раздела – расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

## **1. Общие положения**

Себестоимость продукции представляет собой комплексную оценку, используемые при ее производстве сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудования, производственных помещений, зданий), нематериальных активов и других затрат на ее производство и сбыт.

При расчете себестоимости используется группировка затрат по статьям калькуляции. Помимо сложных задач технико-экономического анализа и планирования деятельности предприятия, расчет себестоимости единицы продукции необходимо рассчитать цены и рентабельности продукции. Объектом калькуляции при выполнении кур-это деталь, которая производится серийно или на однопредметной линии производства, т. е. в условиях массового производства.

Для промышленных предприятий рекомендуется следующая группировка калькуляционных статей:

1. сырье и материалы;
2. Приобретение комплектующих изделий, полуфабрикатов и услуг производственного характера; (не учитывается, поскольку нет промежуточных продуктов);
3. возвратные отходы (вычет);
4. технического назначения на жидком топливе;
5. Основная заработная плата производственных рабочих;
6. Производство дополнительных наемных работников;
7. Налог, бюджетные и внебюджетные взносы фонд;

8. Подготовка и расходы развития производства;
9. Компенсации инструменты и специальные инструменты;
10. Техническое обслуживание и эксплуатационные расходы машин и оборудования;
11. Стоимость за пределами площадки;
12. Потеря технологии;
13. Общая сумма расходов;
14. Потеря брака;
15. Прочие операционные расходы;
16. Затраты на выполнение.

В зависимости от полноты охвата данных статей на предприятии рассчитываются следующие виды себестоимости:

- цеховая, включающая статьи с 1-й по 12-ю;
- производственная, включающая статьи с 1-й по 15-ю, т.е. исчисляемая как цеховая с добавлением ряда статей, учитывающих затраты, носящие общезаводской характер;
- полная, включающая все 16 статей.

При выполнении ВКР следует опустить статьи:

- расходы на подготовку и освоение производства, т.к. задание на ВКР не предполагает подготовку нового вида продукции;
- технологические потери, т.к. они не характерны для разрабатываемых процессов;
- потери от брака, т.к. они не учитываются в плановых и нормативных калькуляциях;
- прочие производственные расходы, т.к. они связаны со спецификой производства на конкретных предприятиях.

## 2. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Эта статья включает в себя материальные затраты включены в основной продукт (части), а также в качестве вспомогательных материалов, используемых в технических целях. Стоимость определяется потоком материала и ценой приобретения, с учетом скидок и надбавок аналогичных единиц спецификации материала. Транспортно-заготовительные расходы включаются в закупку сырья и готовой продукции, стоимость промежуточных товаров и топлива.

Стоимость одного базового материала для (I-е) видов были вычислены в соответствии с формулой

$$C_{moi} = w_i \cdot C_{mi} \cdot (1 + k_{тз})$$

где  $w_i$  – норма расхода материала  $i$ -го вида на изделие (деталь), кг/ед;

$\Pi_{mi}$  – цена материала  $i$ -го вида, ден. ед./кг.,  $i = 1$ ;

$k_{tz}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ( $k_{tz} = 0,06$ ).

Цена материалов  $\Pi_i$  принимается на основе прейскурантной (оптовой) цены, см. прил. 1 [14].

Расчет нормы расходного материала

$$w = 0,3 \text{ кг},$$

Примем цену материала из каталога [16]  $\Pi_{mi} = 220 \frac{\text{руб}}{\text{кг}}$ , с учетом НДС;

Тогда затраты на основной материал будут равны

$$C_{mo} = 0,3 \cdot 220 \cdot (1 + 0,06) = 69,96 \text{ руб},$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы каждого ( $j$ -го) вида  $C_{mbj}$

выполняется по формуле

$$C_{mbi} = H_{mbi} \cdot \Pi_{mbi} \cdot (1 + k_{tz}),$$

где  $H_{mbj}$  – норма расхода  $j$ -го вспомогательного материала на изделие (деталь), кг;

$\Pi_{mbj}$  – цена  $j$ -го вспомогательного материала, ден. ед./кг.

При отсутствии данных для расчета по формуле можно приближенно принять

$$C_{mb} = C_{mo} \cdot 0,02 = 46,64 \cdot 0,02 = 1,40 \text{ руб},$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме

$$C_m = C_{mo} + C_{mb} = 69,96 + 1,40 = 71,36 \text{ руб}.$$

### 3. Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты»

Данная статья не применяется для калькулирования . Разработанный технологический процесс не предусматривает приобретение полуфабрикатов.

### 4. Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты»

Этот проект включает в себя стоимость отходов для реализации их на стороне, это значение исключается из затрат на производство. Расчеты выполняются в соответствии со следующей формулой

$$C_{от} = M_{от} \cdot Ц_{от} = (B_{чр} - B_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от},$$

где  $M_{от}$  – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции, кг;

$Ц_{от}$  – цена отходов, руб. Значения взяты из [17]  $Ц_{от} = 12 \frac{\text{руб}}{\text{кг}}$ ;

$B_{чр}$  – масса заготовки, кг;

$B_{чст}$  – чистая масса детали, кг;

$\beta$  – доля безвозвратных потерь (принять 0,02),

И равно:

$$C_{от} = (0,3 - 0,15) \cdot (1 - 0,02) \cdot 12 = 1,764 \text{ руб.}$$

## 5. Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»

Этот пункт включает в себя заработную плату и зарплаты напрямую связаны с производственной себестоимости продукции. Должен быть рассчитана по формуле

$$C_{озп} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot ЧТС_i \cdot k_{пр},$$

где  $t_i^{\text{шт.к}}$  – штучное время выполнения  $i$ -й операции, мин;

$K_0$  – количество операций в процессе;

$ЧТС_i$  – часовая тарифная ставка на  $i$ -й операции из таблицы [14], для 4го разряда,

$k_{пр}$  – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1,4.

$$C_{озп} = \frac{2,692+0,978+5,028+3,168+1,083+1,2}{60} \cdot 82,96 \cdot 1,4 = 27,39 \text{ руб.}$$

## 6. Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

В этой статье мы рассмотрели основы законодательства заработной платы в манжете в процессе производства: платежи, а также после того, как больше исследований отпуска, время предъявлено обвинение в медицинской, общественности, а также другие, связанные с исполнением. Больше заработной платы рассчитывается по формуле

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}},$$

где  $C_{\text{озп}}$  – основная зарплата, руб.;

$k_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату. При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{\text{дзп}} = 27,39 \cdot 0,1 = 2,739 \text{ руб.},$$

## 7. Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Это включает в себя стандартную плату законодательством о пенсионных фондах, фонда обязательного медицинского страхования социального обеспечения, другие социальные потребности развиваться. Под этим заголовком в соответствии с формулой

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot (C_{\text{с.н.}} + C_{\text{стр}})/100,$$

где  $C_{\text{озп}}$  – основная зарплата производственных рабочих, руб.;

$C_{\text{дзп}}$  – дополнительная зарплата производственных рабочих, руб.;

$C_{\text{с.н.}}$  – ставка социального налога (принять 30 %);

$C_{\text{стр}}$  – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%);

$$C_{\text{н}} = (27,39 + 2,739) \cdot \frac{30+0,7}{100} = 9,25 \text{ руб.},$$

## 8. Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»

Эта статья отражает на портативные устройства в процессе производства стоимости специальных инструментов и приспособлений, а также модели, литейные формы, опоки, пресс-формы, штампы, предназначенные для производства строго определенной продукции. Расчет производится по специальной упрощенной методике. При выполнении ВКР в данной статье рассчитывается только в случае, если разработан технологический процесс предусматривает производство специального оборудования. Стоимость оснастки общего назначения используется для обозначения следующей статье калькуляции.

## 9. Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Эта статья носит комплексный характер и включает в себя следующие расходы:

- 1, износа и ценным инструментом (приложение), обозначенный кальций;
2. Работа устройства (в дополнение к затратам на ремонт);
3. техническое обслуживание оборудования;
4. Движение завод товаров;
5. Инструменты и погашение стоимости общих инструментов;
6. Прочие расходы.

**Элемент «а»** . Амортизация рассчитывается исходя из балансовой стоимости нормы амортизации и оборудования, следующая формула для расчета стоимости его годовой

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{ai} + \sum_{j=1}^m \Phi_j \cdot H_{aj},$$

где  $\Phi_i$  – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования  $i$ -го типа,  $i = 1, \dots, T$ ;

$T$  – количество типов используемого оборудования;

$\Phi_j$  – то же для  $j$ -го типа оснастки  $j=1, \dots, m$ ;

$m$  – количество типов используемой оснастки;

$H_{обi}$  и  $H_{оснj}$  – соответствующие нормы амортизации.

$$\Phi_{\text{WBS90}} = 12744 \text{ руб}$$

$$\Phi_{\text{DMTG-CL15}} = 1030000 \text{ руб [20]}$$

$$\Phi_{2C50} = 8800 \text{ руб}$$

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{ти}}}$$

$$\Phi_{\text{WBS90}} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$\Phi_{\text{DMTG-CL15}} = \frac{1}{20} = 0,05$$

$$H_{2H125} = \frac{1}{10} = 0,1$$

где  $T_{\text{пи}}$  – срок полезного использования, лет, принимаемый из прил. 4[15]

$$A_{\text{год}} = 12744 \cdot 0,1 + 1030000 \cdot 0,05 + 8800 \cdot 0,1 = 53654,4 \text{ руб},$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины

$$l_{кр} = \frac{N_{в} \sum_{i=1}^P t_i^{штк}}{\sum_{i=1}^P F_i},$$

где  $N_{в}$  – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;

$P$  – количество операций в технологическом процессе;

$t_i^{шт.к}$  – штучно-калькуляционное время на  $i$ -й операции процесса,  $i = 1, \dots, P$ ;

$F_i$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на  $i$ -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при двухсменном режиме работы  $F_i = 4029$  часов, при более высокой сложности – 3904 часа.

$$l_{кр} = \frac{8000 \cdot \frac{2,692 + 0,978 + 5,028 + 3,168 + 1,083 + 1,2}{60}}{4029} = 0,47$$

Так как, получившиеся  $l_{кр} < 0,6$ , то

$$C_a = \left( \frac{A_{год}}{N_{в}} \right) \cdot \left( \frac{l_{кр}}{\eta_{з.н.}} \right) = \left( \frac{53654,4}{8000} \right) \cdot \left( \frac{0,47}{0,8} \right) = 3,94 \text{ руб.},$$

где  $\eta_{з.н.}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования. В зависимости от типа производства для него следует принять значения: массовое и крупносерийное – 0,7; среднесерийное – 0,8; мелкосерийное – 0,85.

**Элемент «б»** Техническое обслуживание оборудования, в том числе:

- Итого операционные расходы работников, занятых в обслуживании машин и оборудования (машин, слесарей, электриков и других категорий) непосредственно не участвуют в производстве (основная зарплата + зарплата + дополнительные различные вычеты); основные рабочие в общем объеме заработной платы и вычетов из нее готовых изделий, используемых 40% от суммы, которая будет принята, а именно:

$$C_{экс} = (C_{озп} + C_{дзп} + C_{н}) \cdot 0,4 = \\ = (27,39 + 2,739 + 9,25) \cdot 0,4 = 15,75 \text{ руб.},$$

- Расходные материалы для эксплуатации стоимости оборудования амортизационной стоимости, или 20% от суммы, которые будут получены

$$C_{мэкс} = C_a \cdot 0,2 = 3,94 \cdot 0,2 = 0,79 \text{ руб.},$$



- Разнообразие энергетических и водных затрат потребляются в технологическом оборудовании. В ВКР рассматривать только стоимость электроэнергии в соответствии с формулой

$$C_{\text{эл.п}} = \Pi_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{ми}} \cdot t_i^{\text{маш}},$$

где  $\Pi_{\text{э}}$  – тариф на электроэнергию ден. ед. / кВт.ч.;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05);

$W_i$  – мощность электропривода оборудования, используемого на  $i$ -й операции;

$K_{\text{ми}}$  – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принимается равным 0,6–0,7);

$$\begin{aligned} \sum W_i t_i^{\text{маш}} &= 0,5 \times 1,36 + 0,64 \times 0,27 + 1,05 \times 0,55 + 8,39 \times 0,07 + 0,47 \times 2,31 \\ &\quad + 0,62 \times 0,30 + 1,20 \times 0,14 + 0,27 \times 0,17 + 1,20 \times 0,43 + 1,65 \\ &\quad \times 0,20 + 0,62 \times 0,12 + 0,62 \times 0,52 + 2,01 \times 0,29 + 0,14 \times 0,12 \\ &= 5,3457 \end{aligned}$$

Тогда

$$C_{\text{эл.п}} = 2,40 \cdot 1,05 \cdot 5,3457 \cdot 0,65 = 8,756 \text{ руб.},$$

**Элемент «с»** В ремонте оборудования, начиная от него вести расходы и отчисления на оборудование обслуживающего персонала и внебюджетных средств в бюджете, в процессе ремонтных работ потребляются материальных затрат; ремонтных мастерских и сервисных предприятий третьим лицам. Будучи преисполнен решимости улучшить свои стандартные расходы на основе - основной заработной платы производственных рабочих, то есть 100% ..

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot 1,0 = 27,39 \cdot 1,0 = 27,39 \text{ руб.},$$

**Элемент «d»** движение товара включает в себя затраты на техническое обслуживание и эксплуатацию транспортного средства: стоимости горючего, запчастей, смазочных и других материалов, заработную плату работников транспорта, стоимость транспортных услуг других подразделений компании и третьих сторон. При выполнении ВКР эти расходы не позволила рассмотреть, как это потребуются дополнительные сведения о процессе производства, и их доля себестоимости невелика (менее 1%).

**Элемент «е»** Возврат машины и стоить группы, состоящей из всех видов универсальной жизни менее чем за один год технической оснащенности. Рассчитано в соответствии со следующей формулой

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P \Pi_{\text{и}} \cdot t_{\text{рез.и}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.}} \cdot n_i},$$

где  $C_{иi}$  – цена инструмента, используемого на  $i$ -й операции,  $i = 1, \dots, P$ ;

$t_{рез.i}$  – время работы инструмента, применяемого на  $i$ -й операции, мин.;

$m_i$  – количество одновременно используемых инструментов, ( $m_i=1$ );

$T_{ст.и.i}$  – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин., (см. прил. 5);

$n_i$  – возможное количество переточек (правок) инструмента, для отогнутых резцов 4;

$k_{тз}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ( $k_{тз}=0,06$ ).

Таблица

Наименование инструмента	Время работы, мин	Стойкость, мин	Цена, руб	$\frac{C_{и} \cdot t_{рез.i} \cdot m}{T_{ст.и.} \cdot n_i}$
Сверло 4,3 мм Р6М5, конический хвостовик	0,12	20	25	0,075
Сверло 30 мм Р6М5, конический хвостовик	0,07	75	497	0,23
Резец проходной отогнутый ВК6 16 × 10 × 100 мм	0,27	60	61	0,069
Резец расточной отогнутый ВК6 16 × 10 × 100 мм	2,31	60	64	0,62
Резец проходной отогнутый ВК3 16 × 10 × 100 мм	0,69	60	65	0,19
Резец упорный прямой ВК3 16 × 10 × 100 мм	0,69	60	64	0,37
Резец расточной отогнутый ВК3 16 × 10 × 100 мм	0,3	60	68	0,085
Резец канавочный 16 × 10 ВК3	0,20	60	58,5	0,20
Резец канавочный торцевой 16 × 10 ВК3	0,29	60	60,5	0,29

$$C_{ион} = (1 + 0,06) \cdot (0,075 + 0,23 + 0,069 + 0,62 + 0,19 + 0,37 + 0,085 + 0,20 + 0,29) = 3,07 \text{ руб,}$$

**Элемент «f» Прочие** расходы включают в себя элементы, которые не включены в вышеупомянутых применений этих затрат. Когда в ВКР, они не учитываются.

## 10. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

С учетом стоимости менеджеров по техническому обслуживанию и профессионалов в области управления заводом, стоимость ремонта и технического обслуживания и амортизации зданий, сооружений и использования всего оборудования завода, стоимость мер по обеспечению безопасности и управления, связанных с нормальными условиями эксплуатации и завода и производственные услуги и другие расходы. Коэффициент распределения общей стоимости строительства для промышленных рабочих регуляторов коэффициентов Коутс заработной платы между продуктами были рассчитаны для каждого семинара. При отсутствии данных по конкретным предприятиям следует считать равной 50 - 80% промышленных рабочих, а именно, основной заработной платы

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оп}} = 27,39 \cdot 0,8 = 21,912 \text{ руб},$$

## 11. Расчет затрат по статье «Технологические потери»

К данной статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Такие потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья не рассчитывается.

## 12. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

В данной статье описывается общее управление бизнесом, непосредственно не связанной с производственным процессом, включая стоимость управления персоналом; амортизацию и расходы на техническое обслуживание, управление активами фиксированной и общих бизнес-целей (офисное оборудование, здания и сооружения) ремонт, отопление, освещение и предприятия уплаченные пошлины; платежи за воду и землю, и другие. С

коэффициентом КОН рассчитывается установить зависимость между величиной основного регулирования этих расходов и заработной платы производственных рабочих между ними. Рекомендуемый коэффициент  $k_{\text{ок}} = 0,5$ , т.е.

$$C_{\text{ок}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{ок}} = 27,39 \cdot 0,5 = 13,695 \text{ руб,}$$

### 13. Расчет затрат по статье «Потери брака»

Принимая во внимание стоимость дефектных продуктов конечного продукта, а стоимость для исправления брака, считается только в окончательном расчете затрат. В ВКР, эти затраты не рассчитываются.

### 14. Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»

В этой статье непредвиденные расходы, гарантийное обслуживание и продукты в ВКР, не считая этих расходов.

### 15. Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

В статье включает производство продуктов, связанных с расходами по осуществлению: Склад готовой продукции для хранения и упаковки; поставки продукции в порт отправления станции, рекламы и распределительной сети, а также затраты на строительство на посреднических организаций, поощрять эти расходы взимается эквивалент в размере 1% от стоимости продукции, То есть сумма, которая является стоимость всех предыдущих статей.

$$\begin{aligned} C_{\text{рлз}} &= \sum C_i \cdot 0.01 \\ &= (71,36 - 1,764 + 27,39 + 2,739 + 9,25 + 3,94 + 15,75 \\ &\quad + 0,79 + 8,756 + 27,39 + 1,45 + 21,912 + 13,695) \cdot 0,01 \\ &= 2,03 \text{ руб} \end{aligned}$$

### 16. Расчет прибыли

В зависимости от конкретных обстоятельств, может быть определена по прибыли от продажи продукции в различных направлениях. Если работы художников, использующих "сложный" подход не имеет каких-либо данных, вы должны 5/20% от суммы общей прибыли стоимость проекта

$$\begin{aligned} \Pi &= \sum C_i \cdot 0.15 \\ &= (71,36 - 1,764 + 27,39 + 2,739 + 9,25 + 3,94 + 15,75 + 0,79 \\ &\quad + 8,756 + 27,39 + 3,07 + 21,912 + 13,695) \cdot 0,15 = 30,64 \text{ руб,} \\ C_{\text{полн}} &= 204,278 \text{ руб,} \end{aligned}$$

## 18. Расчет НДС

$$\text{НДС} = C_{\text{полн}} \cdot 0,18 = 204,278 \cdot 0,18 = 36,77$$

## 17.Цена изделия

Цена равна сумме от общей стоимости, прибыли и НДС.

$$\text{Цена} = C_{\text{полн}} + \Pi + \text{НДС} = 204,278 + 30,64 + 36,77 = 271,688 = 271,7 \text{ руб}$$

## **Раздел социальной ответственности**

### **Введение.**

Заключительный объект квалификационная работа является производственный процесс, "шків" на работе, мы будем рассматривать вредное воздействие на человека факторов в деталях производственного процесса и экологического проектирования.

Во время обработки, опасные и вредные факторы, которые могут повлиять на детали, и если машина не оснащена необходимым оборудованием безопасности. Станочник на риск травмы выпуска чипов, высокотемпературной поверхности заготовки, режущие инструменты, поражения электрическим током. В основной физической нагрузке, из-за большого числа повторяющихся ручного цикла, особенно при общей работе оборудования. Вредные факторы, возникающие в мастерской включают: освещение шум, рабочая зона бедна.

Воздействие опасных рабочих условий может привести к травмам или внезапного резкого ухудшения здоровья.

# **1 Производственная безопасность**

## **Анализ опасных и вредных факторов.**

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием некоторых опасных и вредных факторов (ГОСТ 12.0.002-80 «ССБТ. Основные понятия. Термины и определения»), которые классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизиологические (ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация»).

На работающего за ЭВМ инженера-технолога могут негативно действовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

- подвижные части производственного оборудования;
- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- недостаточная освещенность рабочей зоны.

При работе на ЭВМ к концу рабочего дня возникают типичные ощущения: переутомление глаз, головная боль, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

### **1.1 Подвижные части производственного оборудования**

Мобильное устройство защиты для защиты мобильных угроз безопасности. Эти различные устройства портативный и простой временные забор устройства. Мобильные устройства являются ручным или электрическим фехтованию.

Производство будет несколько видов резки, используемых в прогнозе. Другими словами, винтовые машины, вертикальный фрезерный станок, цилиндрическая шлифовальная машина. Опасность активно работает во вращающейся заготовки, которая может выхватить из устройства.

### **1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте**

Повреждение шума условий труда, в результате чего неблагоприятное воздействие на организм человека. В ушах Долговременное воздействие шума испытывали раздражительность, головная боль, головокружение, потеря памяти,

усталость, потеря аппетита, болезненные работы, и другие в ряде органов и систем организма. Такое поведение заставляет человека к неблагоприятным изменениям в состоянии напряжения. Под воздействием шума снижается концентрация, нарушение физической функции, усталость обусловлена большим потреблением энергии Shenen и психологического давления, ухудшение состояния переключения голоса. Все это уменьшает человека и его производительность, качество и безопасность работы. При длительном воздействии, из-за интенсивного шума [выше 80 дБ (А)] приведет к человеческим ухом частичной или полной потери.

Основными источниками шума в офисном компьютере вентиляторной группы. Уровни шума варьируются от 35 до 40dBA. По словам Мишина 2.2.2.542-96 выполняют основную работу компьютера шума на рабочем месте не должна превышать 50dBA. Для того, чтобы уменьшить стен и потолка пространство с уровнем шума компьютер, они могут быть облицованы звукопоглощающим материалом.

### **1.3 Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов**

Увеличение или уменьшение подвижности воздуха.

Модуль управления находится в лаборатории. В своем положении

Место. Четыре метра лаборатории высота. Соответственно, нет никаких препятствий для нормальной циркуляции воздуха.

Увеличение циркуляции воздуха возможно, если не в конфигурации выхлопной лаборатории вентиляции.

### **1.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека**

В настоящее время основной причиной воздействия на организм человека, являются: проникновение или неожиданные способы опасности от токоведущих частей; металлические части устройства, а также другие повреждения изоляции вследствие напряжения.

Вредное воздействие тока через тело, зависит от типа и частоты, протекающего тока пространства, значением и текущим потоком личной собственности продолжительности. Для людей наиболее опасным является частота переменного тока 20 - 100 Гц. В настоящее время риск текущего значения 0,001



и 0,1 А. также со смертельным исходом, электропорации, в зависимости от окружающей среды. Вы можете иметь следующие виды операций:

- Горячие (сжигание);
- Электричество;
- Машины и оборудование (electrometallization);
- Биологические (паралич мышц, шок).

Устанавливается в соответствии с ГОСТ 12.1.038 напряжения и тока максимально допустимого уровня (ТЗА) ([Нет] 82). Защитные меры от поражения электрическим током - защищенные. Защита Земляные работы должны стоять в пределах земли колодки, при нажатии на кнопку фазного напряжения заземления корпуса, фазное напряжение в качестве основного оборудования и стоит на земле человека.

## **1.5 Недостаточная освещенность рабочей зоны.**

Правильное проектирование и внедрение производства освещения для улучшения визуальной работы, уменьшить усталость и повысить производительность для производственной среды, благоприятное воздействие, обеспечивая положительный психологическое воздействие на работников, повысить уровень безопасности и снижения травматизма.

Недостаточное освещение может вызвать усталость глаз, уменьшить внимание, что приводит к преждевременной усталости. Чрезвычайно яркий свет ослепление, раздражение глаз и боли. В направлении света на рабочем месте может привести к ошибкам резкие тени, блики, запутать рабочих. Все эти вещи могут стать причиной несчастного случая или профессионального заболевания правильно рассчитал, освещение, и поэтому очень важно.

Есть три типа освещения - натуральные, искусственные и комбинированные (с естественным и искусственным).

Естественный свет - в пространстве через световые люки в замкнутой структуре вскрышных. Природные характеристики освещения варьироваться в широких пределах, в зависимости от времени суток, времени года, характера области и многих других факторов.

Работа в ночное время и в течение дня, использование искусственного освещения, когда вы не можете обеспечить стандартизированное значение Кео (пасмурная погода, краткосрочный в дневное время). Освещение, этого недостаточно естественного света, дополненные вручную правилами, известными как комбинированного света.

Искусственное освещение подразделяется на работу, экстренной эвакуации, безопасности. операция освещения, в свою очередь, могут быть разделены или объединены. Общее освещение, в котором верхняя область лампа установлена в помещении, даже, или относительно местоположения устройства. Связывание -

Освещение, что увеличило общее местное освещение.

Согласно SNIP II -4-79 в центре обработки данных помещений необходимо использовать сложную систему освещения.

При высокой визуальной точности (разница Минимальный размер объекта 0,3 ... 0,5 мм), естественный свет (КЕО) в размере не менее 1,5%, средняя точность зрительной работы (минимальный размер 0,5 дискриминационные объектов ... 1,0 мм) КЕО не должна превышать 1,0%. Как обычно используется искусственный свет или флуоресцентный типа LB ДРЛ, объединены в лампе, то она должна быть равномерно расположены над правой рабочей поверхности.

требования к освещению в регионе, где компьютер является следующим: Когда высокоточный общее освещение и визуальные работы должны 300lk сочетание - 750lk; и 200 соответственно 300lk - работают аналогичный запрос, умеренная точность.

Кроме того все поле должно быть освещено равномерно - это основные требования к здоровью. Другими словами, внутреннее освещение и яркость уровень экрана компьютера должно быть примерно таким же, потому что яркий свет моей области глаз значительно повышенная утомляемость глаз, и, как следствие, привести к усталости.

## **2 Экологическая безопасность**

Экологическая безопасность является очень важным и ценным процессом. Вот почему этот вопрос было много времени и усилий. Меры экологической безопасности, направленные на предотвращение негативных последствий человеческой деятельности на природу, чтобы создать благоприятные условия для обеспечения безопасности человеческой жизни, осложненной.

Для улучшения состояния окружающей среды и создать условия - долгосрочный процесс, который требует согласованности и последовательности. В наши дни в России Федерации, приоритеты экологической политики на следующие вопросы:

- В целях обеспечения экологической безопасности условий жизни;
- Рациональное использование и охрана природных ресурсов;
- В целях обеспечения экологической безопасности и радиационной безопасности (ПДВ);
- Экологизация промышленности;
- Социальная экология и культура увеличить формируется осознание окружающей среды.

Важную роль в защите уделено источникам программ в окружающей среде, рационального распределения. Эти меры включают в себя:

- 1) представить не подходит, она не пригодна для земель сельскохозяйственного назначения в крупных городах в малонаселенных районах и новое строительство промышленных предприятий;
- 2) лучшее расположение промышленных предприятий с учетом топографии местности и розы ветров;
- 3) Создание буферных зон вокруг промышленных предприятий;

4) рациональное планирование городского развития для достижения наилучших экологических условий для людей и растений.

Защита окружающей среды играет роль мониторинга окружающей среды, в частности, для осуществления фактического уровня качества воздуха, воды и системы наблюдения за загрязнением почвы играет важную роль. Загрязнение информации, вы можете быстро определить повышенную концентрацию вредных веществ в окружающую среду, причины и активно устранять их.

Защита окружающей среды является сложной задачей, и ее решение требует усилий ученых многих дисциплин. Это особенно важно для количественной оценки последствий загрязнения окружающей среды, в первую очередь, ущерб, причиненный загрязнением национальной экономики. В дополнение к экономическим вопросам, на данном этапе, чтобы защитить окружающую среду от загрязнения - повышение производительности труда - но и по улучшению социально-экономических проблем человеческого состояния, чтобы сохранить свое здоровье.

Для того, чтобы свести к минимуму выбросы загрязняющих веществ на предприятии, в сочетании со следующими мерами по охране окружающей среды необходимы для того, чтобы сделать окружающую среду (HSE). Экологические меры:

1. Выявление, оценка, мониторинг и непрерывные выбросы вредных веществ в окружающую среду, создание контрольной среды и ресурсосберегающих технологий и оборудования.
2. Законы и нормативные акты по охране окружающей среды, правовые акты, а также способствовать развитию соблюдения этих законов и экологических инициатив.
3. Для предотвращения ухудшения состояния окружающей среды и окружающей среды и вредных производственных факторов, за счет создания специализированного регионального (СЗЗ) им.

Безотходная технология для предотвращения вредного воздействия промышленных выбросов в окружающую среду наиболее активной форме. В соответствии с концепцией "технологических отходов" относится к применению комплекса мер по решению готового сырья в процессе, тем самым сводя к минимуму количество вредных выбросов и экологически приемлемого уровня отходов, чтобы уменьшить воздействие. Эта серия мероприятий включает:

- 1) разработать и осуществить наименьшее количество отходов, образующихся в производстве новых технологий;
- 2), чтобы создать различные типы замкнутых водооборотных систем и циклов обработки, основанных на методе очистки сточных вод;
- 3) в развитии вторичного материала системы обращения с отходами;
- 4) территория, промышленный парк был закрыт, чтобы создать структуру и поток отходов в пределах здания.

Полное внедрение безотходной технологии до этого следует рассматривать в качестве важного зеленых зон промышленного производства:

- 1) Производство улучшений и примесей процесса и сброс сточных в среду

разработки на более низком уровне нового оборудования;

2) замена токсичных отходов на нетоксичные;

3) Заменить рециркуляцию возврат отходов;

4) использование экологически чистых пассивных методов.

Пассивный подход к охране окружающей среды, в том числе комплекс мер по ограничению выбросов промышленного производства, с последующей переработки или утилизации отходов. Эти меры включают в себя:

- Примеси в сточных водах;

- Очистка вредных примесей газа;

- Распространение вредных выбросов в атмосферу;

- Как это распространяется шумовых помех;

- Для того, чтобы уменьшить эксплуатации ультразвуковых уровней вибрации в распределении его пути к звуку;

Экранирование источник энергии загрязнения;

- Захоронение токсичных и радиоактивных отходов.

Процесс отдельных зданий и сооружений, что является негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, источник на предприятии, должна быть отделена от жилой зоны охраны здоровья.

Охрана здоровья зона (СЗЗ) отделяет жилые районы промышленных зон, границы ландшафтных и рекреационных зон, зоны отдыха, курорт обязательных назначали специальных информационных знаков

Зона защиты здоровья установить следующие размеры:

- В-четвертых - предприятия (машиностроение предприятий, с обработкой металла, не картина не литье)  $\times 100 \text{ М}$

### **3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Главным и наиболее часто используется слово, означающее технический инцидент произошел несчастный случай. Авария - опасное техническое аварии, объект состоит из жизни и здоровья человека и привести к зданий, оборудования и транспортных средств, производства или транспортировки интерференционных территориальных вод или угрозы причинения ущерба и вреда окружающей среде, применение решения.

Из-за возможных техногенных катастроф могут быть назначены на сайте семинара / производства за несоблюдение пожарной безопасности или пожара из-за короткого замыкания или неисправности проводящего устройства. Таким образом, вам необходимо:

1) гарантировать, что есть звук огня.

2) место для посещения должны висеть инструкции операции пожара, указать порядок действий, а также смарт-телефон службы, необходимо сообщить о срочной эвакуации.

- 3) должно быть противопожарное оборудование.
- 4) Каждый семинар должен предусматривать меры по эвакуации, например аварийных выходов, пожарных выходов.
- 5) проводить профилактические мероприятия, рабочий бюллетень.
- 6) система пожарной сигнализации входит в комплект огневое кольцо типа фабрики завода в масштабах всей системы /. Уведомления по электронной почте через местную связь (трансляция) происходит.

## **4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.**

Безопасность труда является обеспечение на рабочем месте, в том числе сотрудников жизни и здоровья и системы безопасности правовой, социальной, экономической, организационной и технической, здравоохранения и санитарии, здравоохранения, профилактики и реабилитационных мероприятий.

Законодательство об охране труда РФ, в том числе Конституции Российской Федерации Российский закон о нормах охраны труда и публиковать соблюдения законов и других нормативных актов.

Безопасность и гигиена труда основных направлений государственной политики:

- Жизнь и здоровье работников распознаванию и производственной деятельности, связанной с достижением приоритета.
- Для всех форм собственности компаний, предприятий и ведомств установить, принадлежит ли она за рамки правил охраны труда
- Защита интересов работников в авариях

И другие.

Здоровье и безопасность каждого прав работников, в том числе:

- На рабочем месте, чтобы предотвратить вредные или опасные факторы производства
- Для того, чтобы привести к повреждению или другого профессионального здоровья и исполнения обязанностей ущерба
- Обучение безопасным методам и работодателем по стоимости рабочей силы и техники.

Поскольку этот тип работы, связанной с угрозой жизни могут существовать (например, в пыльной комнате, чтобы работать с обработкой горячей металлической, с работы движущихся частей машины), следует обеспечить, чтобы все необходимые меры для защиты работников - рабочие перчатки, из острые металлические края, чтобы уменьшить ущерб; очки, чтобы не вводить в глаз и глаз инородные тела; меры индивидуальной защиты *spets.odezhdoy* персонала, а также другие средства правовой защиты, в соответствии с работой,

выполняемой работником. Каждый сотрудник должен быть данное рабочее место, принимая во внимание подробности работы - если это место встречи, он должен быть оснащен всеми необходимыми монтажными инструментами должна быть удобной и света, собираемого в зависимости от размера проекта, если это место рабочий, токарь, шкафы для инструмента следует соблюдать все необходимые инструменты, прежде чем машина должна быть гладкая поверхность, удобные уровни освещенности также должны быть достаточными, работник не связан с работой других источников света.

## Список литературы

1. Справочник технолога машиностроителя .В 2-х томах Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.4-е издание, переработанное и доп.-машиностроение, 1985,496 с.,илл.
2. Ансеров А.М. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1966 – 650 с., ил.
3. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие . Томск изд ТПУ 2006,100с.
4. Обработка металлов резанием Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. И доп.- Машиностроение, 2004.- 784 с.. ил.- ISBN 5-94275-049-1.
5. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.
6. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – М.:Машиностроение, 1983.
7. Горохов В.А. Проектирование и расчёт приспособлений: Учеб пособие для студентов вузов машиностроительных спец. – Мн.: Выш. шк., 1986
8. Станочные приспособления: Справочник/Под ред. Б.Н. Вардашкина. – М.,1984.
9. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989.
10. Каталог инструментов Sandvik Coromant.2007